

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

---

Katedra oděvnictví



**Studijní program: B3107 Textil**

**Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby**

**KOD/2011/06/04/BS**

**FUNKČNOST MODERNÍCH POLNÍCH UNIFORM S**  
**„DIGITÁLNÍM“ VZOREM**

**FUNCTIONALITY OF MODERN MILITARY FIELD**  
**UNIFORMS WITH A „DIGITAL“ MODEL**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Katarína Zelová

Konzultant bakalářské práce: Ing. Zuzana Fléglová

Rozsah práce:

Počet stran: 72 (včetně příloh)

Počet obrázků: 46

Počet tabulek: 9

Počet grafů: 4

Počet příloh: 5

**Liberec 2011**

**JANA ŠEFČÍKOVÁ**

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL. Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména §60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení).

V Liberci, dne 2. května 2011

podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat mojí vedoucí bakalářské práce Ing. Kataríne Zelové, za podporu a trpělivost při mých otázkách a inspirativní rady, díky kterým jsem se vždy mohla posunout dále. Poděkování si zaslouží také Ing. Zuzana Fléglová, Ing. Rudolf Třešňák a paní Hana Rulcová, za cenné odborné konzultace, návrhy a čas, který mi věnovaly v laboratořích KOD.

Moje poděkování také patří mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali, nejen při této práci, ale také v průběhu studia na Technické univerzitě v Liberci.

V neposlední řadě moje velké dík patří Ing. Matúšovi Murajdovi, generálnímu řediteli firmy Gemor Fashion, a.s., za poskytnutý materiál a rady. Dále nadporučíkovi Jurajovi Dobrovičovi a rotmistrovi Jánovi Koščíkovi, zaměstnancům 2. mechanizované brigády Pozemních síl OS SR, za příjemný přístup a ochotu při poskytování informací o OS SR. A paní Kandalové z firmy Zekon, a.s., za poskytnutí vojenského materiálu.

## ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá funkčností moderních polních uniforem s digitálním vzorem.

Teoretická část popisuje rozdělení vojenského oblečení u české a slovenské armády na funkční spodní prádlo, druhou a třetí vrstvu oblečení. Analyzují se použité oděvní materiály. Porovnáním technického nákresu a popisu jednotlivých stejnokrojů jsou zjištěné tvarové a konstrukční členění oděvu. Technický nákras je doplněn rozbozem stehů a švů. Analyzují se normy a užité vlastnosti materiálů.

V experimentální části jsou hodnocené užité vlastnosti použitých materiálů pro vojenské polní stejnokroje (prodyšnost, oděr, propustnost vodní páry, nepromokavost). Následně jsou zhodnocené vybrané vlastnosti materiálů.

## KLÍČOVÁ SLOVÁ

vojenský polní stejnokroj, užité vlastnosti vojenských uniforem, digitální vzor, Armáda České republiky, Ozbrojené síly Slovenské republiky

## **ANNOTATION OF THESIS**

Bachelor thesis deals with the functionality of modern military field uniforms with a digital model.

The theoretical part describes the basic categories of military clothing in Czech and Slovak army which are functional underwear, second and third layer of clothing. The clothing materials used are the subject of analysis. The shape and constructional segmentation of clothing is determined by the comparison of technical drawings and the depiction of particular uniforms. The technical drawing is enhanced with a stitch and seam description. The use values and norms are being analyzed.

In the experimental section are rated useful properties of the materials for military field uniforms (breathability, abrasion, water vapor permeability, waterproof). Subsequently, selected use values are than being evaluated.

## **KEY WORDS**

Military field uniforms, utility attributes of military uniforms, digital design, Army of the Czech Republic, Armed Forces of the Slovak Republic

## Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>12</b>
<b>1   Vojenská výstroj Armády České republiky .....</b>	<b>14</b>
1.1   Charakteristické znaky vojenského stejnokroje .....	15
1.2   Charakteristika jednotlivých vrstev vojenského oblečení.....	15
1.2.1   Spodní vrstva - funkční prádlo.....	16
1.2.2   Druhá vrstva.....	18
1.2.3   Třetí vrstva.....	19
<b>2   Vojenská výstroj Ozbrojených síl Slovenské republiky .....</b>	<b>20</b>
2.1   Charakteristické znaky vojenského stejnokroje .....	21
2.2   Charakteristika jednotlivých vrstev vojenského oblečení.....	22
2.2.1   Spodní vrstva- termo prádlo .....	22
2.2.2   Druhá vrstva.....	24
2.2.3   Třetí vrstva.....	25
<b>3   Porovnání tvarového a konstrukčního členění oděvů .....</b>	<b>28</b>
3.1   Spodní vrstva.....	29
3.2   Druhá vrstva .....	30
3.3   Třetí vrstva .....	30
<b>4   Analýza norem .....</b>	<b>31</b>
<b>5   Experimentální část .....</b>	<b>33</b>
5.1   Charakteristika použitých materiálů .....	33
5.2   Charakteristika použitých zařízení.....	35
5.2.1   Prodyšnost plošných textilií.....	35
5.2.2   Odolnost v oděru pomoci rotačního odírače Karl Schröder KG .....	37
5.2.3   Zjišťování propustnosti vodní páry pomoci přístroje PSM-2.....	40
5.2.4   Určení nepromokavosti pomocí Spray testu .....	43
5.3   Vyhodnocení experimentálního měření .....	45
5.3.1   Prodyšnost materiálů.....	45
5.3.2   Odolnost v oděru.....	47
5.3.3   Propustnost vodních pár.....	50

5.3.4	Spray test.....	52
5.3.5	Celkové zhodnocení pomoci tabulky.....	53
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>54</b>
	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>56</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>58</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam grafů.....</b>	<b>59</b>
	<b>PŘÍLOHA.....</b>	<b>60</b>

## Seznam zkratek a symbolů

%	procento
°C	stupeň Celsia
A	zkoušená plocha textilie
a.s.	akciová společnost
AČR	armáda České republiky
cm	centimetr
č.	číslo
ČR	Česká republika
ČSN	česká státní norma
ECWCS	Extended Cold Weather Clothing System (oděvní systém do nepříznivých klimatických podmínek)
EN	evropská norma
ePTFE	e polytetrafluoretylen
h	tloušťka materiálu
H	výhřevnost
IS	interval spolehlivosti
ISO	mezinárodní norma
KOD	Katedra oděvnictví
m	metr
m <sub>1</sub>	hmotnost zkoušeného vzorku před zkrápěním
m <sub>2</sub>	hmotnost zkoušeného vzorku po zkrápění
mg	miligram
min.	minuta
ml	mililitr
Mp	plošná hmotnost
N	Newton
n	počet měření
NATO	North Atlantic Treaty Organisation (Severoatlantická aliance)
nm	nanometr
Obr.	obrázek



OS SR	Ozbrojené síly Slovenské republiky
ot.	otáčky
Pa	Pascal
$p_a$	parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru
pH	míra kyselosti nebo zásaditosti z vodního roztoku
$p_m$	nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí jednotky
podklad. mat.	podkladový materiál
$\bar{q}_v$	aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu
R	prodyšnost
Ret	odolnost vůči vodním parám
Ret <sub>0</sub>	odolnost nezakryté deštičky
s	sekunda
s	směrodatná odchylka
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
Sb.	sbírka
SR	Slovenská republika
STN	Slovenská technická norma
$T_a$	teplota vzduchu ve zkušebním prostoru
Tab.	tabulka
$T_m$	teplota měřicí jednotky
$T_s$	teplota tepelného chrániče
TUL	Technická univerzita v Liberci
U	hmotnostní úbytek
v	variační koeficient
W	Watt
$\bar{x}$	průměrná hodnota
$\beta$	směrnice korekční přímky
$\Delta He$	korekce pro výhřevnost

## Úvod

V každém období dějin se najde vojenské tažení, kdy se vojáci museli oblékat do stejných stejnokrojů. Buď si jich opatřili sami, nebo jim ho přidělovala armáda. Tak se začali od sebe lišit různé vojenské jednotky. V mnohých případech se ale stalo, že nepřátelé se oblékli do stejných oděvů, aby zmátli nepřátele, a vyhráli války.

V dnešní době má každá armáda buď své vlastní stejnokroje, nebo jsou vzhledem velmi podobné ostatním. Liší se ale konstrukčními parametry. Vojáci ale přesto musí být dokonale ochráněni před okolními podmínkami, či klimatickými, nebo bojovými. Potřeba zvýšení kvality ústrojenstva musí být v České a Slovenské republice na stejné úrovni jako mají ostatní členské státy NATO. Proto se na ně kladou vysoké požadavky jak u kvalitativních, tak i u estetických kritérií. Všechny materiály musí dostatečně ochránit vojáka a musí mít oděvný komfort v různých klimatických podmínkách. Nesmí se zapomenout také na zdravotní nezávadnost použitých materiálů, protože vojáci jsou v bojových podmínkách někdy nuceni vydržet v jednom oděvu i několik dní a nocí, a proto je jejich oděv musí ochránit hlavně proti nachlazení.

V dnešní době se už vyrábějí mnohem lepší materiály, které jsou odolné proti větru a dešti, a rovněž dokážou být i prodyšné. V takovém případě se aplikují membránové materiály, které splňují zadané parametry odolnosti. Velmi často se ale stane, že membránové materiály v běžném použití nesplňují zadané parametry, protože při navrhnutí oděvu nebyl brán ohled na maximální vytěžení vojáka. Proto je nutné vybrat správný laminát a správně ho vstavět do oděvu. V konečném hledisku jsou bunda a kalhoty sestavené s různých laminátových membrán. Běžný člověk si rozdílu nevšimne. Nesmí se také zapomenout na větrací otvory, které zabezpečí proudění vzduchu při vysoké zátěži, kde by už ani membrána nestačila.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřená na současné vojenské výstroje Armády České republiky a Ozbrojených sil Slovenské republiky, jejich porovnání použitých materiálů při výrobě oděvů formou technického nákresu a technického popisu. Technický nákres je doplněn rozbořem stehů a švů jednotlivých míst oděvů. Teoretická část také obsahuje analýzu norem a požadovaných užitných vlastností materiálů.

Experimentální část bakalářské práce obsahuje vyhodnocení užitečných vlastností materiálů použitých pro vojenský polní stejnokroj. Mezi čtyři základní užité vlastnosti, které byly testované, byly zvolené prodyšnost, oděr, propustnost vodní páry a nepromokavost. Prodyšnost materiálu z lícní strany lze chápat jako odolnost vůči pronikání větru z okolního prostředí. Každý materiál se při nošení odírá, či už o textilií, nebo o jiný druh materiálu, nevyjímajíc vojenské oblečení, které je při používání v terénu mnohem více namáháno než u běžného člověka. Asi nejnepříjemnější pocit při nošení oděvů je to, když se člověk zpotí a začne se na něho lepit oblečení, proto byla zařazená také zkouška propustnosti vodní páry, kde se u daných materiálů zkoušela propustnost pomocí vyhřívané deštičky. Hádám, že nejžádanější vlastností každého oděvu, který se využívá v terénu, je nepromokavost, která zabezpečuje přiměřené pohodlí i v nepříznivém počasí.

## 1 Vojenská výstroj Armády České republiky

V roce 1993 byla reorganizace armády, kde se zabýval vývojem nových výstrojních součástek Úsek pro vývoj a zkušebnictví v oboru výstrojní služby Zkušebního úřadu a služeb logistiky.

V současné době se dle [1] podílí na vývoji dalších nových výstrojních součástek Oddělení vývoje a zkušebnictví výstroje v Brně. Konstrukční a barevné provedení nově vyvzorovaných stejnokrojů vychází z tradice bývalé Československé armády.

Pro všechny vojáky je zaveden stejnokroj vzor 95 se zeleným potiskem (Obr. 1), s určením pro polní a služební účely. V letním období mohou vojáci využít letní stejnokroj vzor 95 se zeleným a béžovým potiskem (Obr. 2).



Obr. 1: Stejnokroj vzor 95



Obr. 2: Letní stejnokroj vzor 95

V Armádě České republiky se také používají oděvy k ochraně proti dešti a nepříznivým klimatickým podmínkám, které sestávají z jednoduchých pláštěnek (pláštěnka vzor 85, vzor 2000 Poncho), (Obr. 3), a z nepromokavých obleků (maskovací oděvný systém zhotoven z třívrstvého laminátu tzv. ECWCS), které jsou určeny pro plnění bojových úkolů za nepříznivých podmínek (Obr. 4).



Obr. 3: Plášťenka vzor 85



Obr. 4: Maskovací oděv ECWCS

## 1.1 Charakteristické znaky vojenského stejnokroje

Vojenský stejnokroj tvoří s doplňky jednotný a účelný celek pro vojáky a charakterizuje jejich příslušnost k ozbrojeným silám. Charakterizující znaky stejnokrojů je jednoznačně odlišují od civilního oděvu (Obr. 5). Jsou to:

- odznak na čepici a hodnostní označení,
- domovenky, rozlišovací znaky a rukávové znaky,
- stejnokrojové knoflíky.



Obr. 5: Charakteristické znaky vojenského stejnokroje AČR

## 1.2 Charakteristika jednotlivých vrstev vojenského oblečení

Voják musí být dle [2] jednotně ustrojený a musí pečovat o čistotu stejnokroje a udržovat ho v dobrém stavu.

Každý voják má na sobě několik vrstev oblečení, které mu mají pomoci být dostatečně ochráněný před nepřízní počasí a také před okolními podmínkami v boji. První vrstvu tvoří funkční prádlo, druhá vrstva se skládá z bundy a kalhot. Třetí vrstvou se vojáci chrání před chladem, větrem, deštěm a před nepříznivými podmínkami v boji.

Vzrůstající požadavky na zavádění bezpečnějších a pevnějších produktů do vojenských aplikací a do průmyslového sektoru dle [3] odstartovalo inovace přinášející odolnější a lehčí konstrukce výrobků. Klíčovým faktorem pro fyziologický komfort odívání zůstává vždy řízení transportu vlhkosti. V oděvech aplikovaná polymerní vlákna musí splňovat bipolární funkčnost – schopnost odsávat kondenzovanou vlhkost z povrchu těla a rozvádět ji do velké plochy a následně transportovat k vnějšímu povrchu textilie, kde se odpaří, čím se přibližují vláknům přírodním.

### 1.2.1 Spodní vrstva - funkční prádlo

Funkční prádlo se dle [4] skládá z nátělníku, spodků, tílka, trenýrek a ponožek. Nátělníky, spodky a ponožky se ještě rozlišují pro letní a zimní období.

Nátělník může být konstrukčně řešen s dlouhým nebo s krátkým rukávem (Obr. 6). Je jednoduchého střihu, bez členění, v průkrčníku je pro lepší odívání zpevněn úpletem. Krátký rukáv je zakončen obrubou, dlouhý rukáv je zpevněn manžetou. Dolní kraj je zapravený obrubovacím švem. Materiálové složení obou nátělníků je shodné, a to 81% bavlna / 19% polyamid a úplet, který je v průkrčníku a manžetě, má 98% bavlny a 2% Elastanu. V letním období se nosí nátělník z 100% bavlny. Nátělník lehký termo 2000 je z 100% polypropylenu, nátělník zimní termo 2000 zase z 50% bavlna / 50% polypropylen a jeho pružné manžety jsou z 100% polypropylenu.



Obr. 6: Nátělník s dlouhým a krátkým rukávem



Obr. 7: Spodky zimní termo 2000

Spodky jsou dvojího druhu, buď letní, nebo zimní (Obr. 7). Konstrukčně jsou vyhotoveny stejně. Jsou úzkého střihu, aby obepínaly tělo vojáka. V pase jsou stáhnuté pruženkou. V předním okraji je zdvojený klín. V dolním okraji jsou pružné manžety. Letní termo 2000 jsou z 100% polypropylenu, spodky termo 2000 zase 50% bavlna / 50% polypropylen a manžety jsou 100% polypropylen.

Tílko je jednobarevné, většinou bílé barvy (Obr. 8). Jednoduchá konstrukce, bez zbytečných švů, dokonale obepíná tělo a zbytečně netlačí, což je při nošení velkou výhodou. Hladká interloková pletenina z 100% bavlny je vyráběná ve tvaru hadice. Průkrčník a průramky jsou začištěné lemovacím švem.

Trenýrky pro vojáka z povolání jsou jednobarevné, bílé (Obr. 9). Nejsou ničím specifické, konstrukce je jednoduchá. V bočním kraji jsou sešité, v pase jsou stáhnuté pruženkou a v dolním kraji jsou hladce obrubené. Tkanina klot z 100% bavlny zabezpečuje příjemné nošení.



**Obr. 8: Tílko**



**Obr. 9: Trenýrky**



**Obr. 10: Ponožky 2000**

Vojáci dostávají několik druhů ponožek, které mají skoro stejné materiálové složení (polyamid, bavlna, někdy i elastan) a jsou konstrukčně zpracované nastejno. Ponožky 2000 (Obr. 10) jsou z 48% bavlna / 38% polypropylen / 8% polyamid / 6% elastan s plyšem na rubové straně. Díky Klimatexu se odvádí vlhkost od pokožky. Všechny ponožky jsou pletené.

### 1.2.2 Druhá vrstva

Polní stejnokroj nosí vojáci dle [4] při polním výcviku, při pobytu ve vojenském výcvikovém prostoru, v dozorčí a strážní službě a za nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu.

Stejnokroj sestává celkem z 21 součástí, které lze nosit kombinovaně. Druhou vrstvu stejnokroje tvoří blůza a kalhoty.

Blůza (Obr. 11) má dle [1] jednořadové skryté zapínání na knoflíky a u krku je rozhalenkový límec. Na předních dílech jsou náprsní a boční měchové kapsy kryté patkou. Na patce pravé náprsní kapsy je našit stuhový uzávěr na připevnění jmenovky. Nad patkou pravé kapsy je našit stuhový uzávěr na hodnotní podložku. Rukávy jsou dvoudílné s loketními podklady a v jejich horní části jsou našity měchové kapsy. Na levém rukávu je našit rukávový znak 95 – státní vlajka. V dolní části blůzy je průvlek se šňůrou ke stažení.



Obr. 11: Blůza vzor 95



Obr. 12: Kalhoty vzor 95

Kalhoty (Obr. 12) jsou vyztuženy v oblasti sedu a kolen dvěma vrstvami vrchového materiálu kvůli delší životnosti. Kalhoty mají rozparek zapínaný na knoflíky, zvýšený pásový límec a celkem 8 kapes. Na předních dílech jsou dvouvýpustkové kapsy, kapsa pro dozimetr a kapsa umístěná přes levou kolenní náložku. Na zadních dílech a přes boční švy jsou našity měchové kapsy s patkou. Dolní okraj kalhot je stažen pruženkou.

Materiálové složení blůzy je 50% bavlna / 50% polyester. Směsová tkanina keprové vazby je bez speciálních úprav. Materiál je velmi odolný vůči oděru z lícní



strany a dobře savý. Tkanina je potištěná zeleným maskovacím vzorem. Potisk je tvořen nepravidelnými poli v barvě olivové, světle zelené, černé a tmavě hnědé.

### 1.2.3 Třetí vrstva

Třetí vrstva má vojáka ochránit a zabezpečit dostatečný komfort při nepříznivém počasí, nebo při ztížených podmínkách v boji. Zároveň ho nesmí omezovat při jeho práci. Skládá se z kabátu. Jako speciální oděv se také využívá pláštěnka 2000 Poncho a oděvní systém ECWCS.

Kabát je dle [1] nošen zejména za špatného počasí (Obr. 13). Kabát má pět kapes. Na předních dílech jsou dvě náprsní měchové kapsy, které jsou kryté patkou a dvě boční jednovýpustkové kapsy také s patkou. Na zadním díle je na pravé straně pod pásovou linií jednovýpustková kapsa s patkou. Kabát má jednořadové skryté zapínání na knoflíky a zdrhovadlo. V pase se stahuje pomocí tkanice. Jméno, hodnost a státní příslušnost jsou umístěny stejným způsobem jako u blůzy stejnokroje.



Obr. 13: Kabát vzor 95



Obr. 14: Pláštěnka 2000 Poncho

Pláštěnka 2000 Poncho (Obr. 14) je bez kapes. Navléká se skrz hlavu. V průkrčníku je vsazená kapuce, která je stahovaná na šňůrku v předním okraji. Rukávy jsou netopýřího střihu, v dolním okraji stažené pruženkou. Dolní kraj je zpevněn obrubou. Vyrábí se z 100% polyamidu a oděvní šňůra v kapuci je 100% polyesterová.

Oděvní systém ECWCS (Extended Cold Weather Clothing System) je určen do nepříznivých klimatických podmínek (déšť, nízké teploty), je-li zároveň třeba se

maskovat. Systém je koncipován tak, aby jednotlivé součástky bylo možno různě kombinovat podle potřeby vzhledem k počasí a s ohledem na subjektivní pocity nositele. Maskovací oděv je složený z blůzy s kapucí a kalhot (Obr. 15). Konstrukce je řešená tak, aby nedocházelo k průniku vody. Oděv je vyroben z třívrstvého laminátu. Vrchová tkanina je 100% polyamid s hydrofobní úpravou, mezivrstvu tvoří PTFE membrána, která je paropropustná, a podšívka je úplet ze 100% polyamidu. Čtyřbarevný zelený maskovací vzor AČR zabezpečuje maskování v oblasti spektra 400 až 1200 nm.

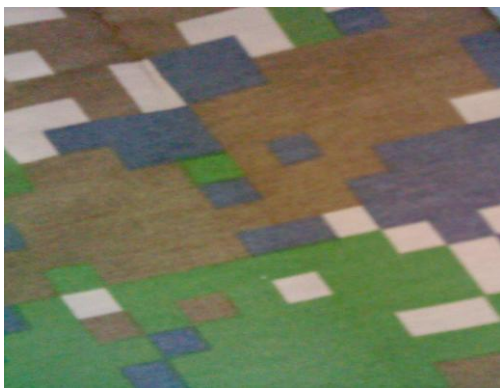


**Obr. 15: Maskovací systém ECWCS**

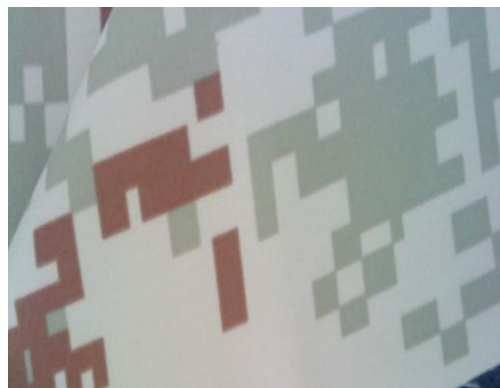
## **2 Vojská výstroj Ozbrojených síl Slovenské republiky**

Vznikem samostatné Slovenské republiky v roce 1993 také vznikla Armáda Slovenské republiky. Vedení Armády Slovenské republiky se dle [5] rozhodlo v roce 2002 změnit název na Ozbrojené síly Slovenské republiky (OS SR).

Komplexní modernizace výbavy příslušníků OS SR byla dle [6] začatá v roce 2005 vývojem nového polního oděvu, kterého stříhové řešení jednotlivých součástí spolu s inovativním materiálovým složením textilie a novým maskovacím dezénem zabezpečí splnění požadavek standardů NATO. Realizací této úlohy byl pověřen Vojský technický ústav, a.s., Liptovský Mikuláš. Výsledkem byl modul bojového oděvu pro středoevropskou klimatickou oblast. Textilie je potisknutá digitalizovaným dezénem kamufláže „les“ (Obr. 16) zabezpečujícím maskování v pásmu spektra 400-1200 nm. Pro modul bojového oděvu pro extrémní pouštní klimatické oblasti byla doporučena tkanina Ripstop (100% bavlna) bez speciálních úprav. Textilie je potisknutá digitalizovaným dezénem kamufláže „poušť“ (Obr. 17).



Obr. 16: Digitalizovaný dezén „les“



Obr. 17: Digitalizovaný dezén „poušť“

Základním elementem maskování živé síly je polní stejnokroj, který je vyvinut pro ochranu vojáka v bojových podmínkách různých typů prostředí. Rozhodujícím kritériem pro kvalitní maskování je vhodný výběr barevných stínů – skvrn imitujících v kamuflážním vzorování terénní objekty. Problémem je také stanovení optimálního geometrického dezénu kamufláže. Nevhodně zvolený tvar a velikost barevných skvrn vzorování může být i při dodržení všech ostatních zásad výrazným demaskujícím příznakem. Barevné stíny kamufláže jsou specifikovány na základě statistického zpracování jejich výskytu na území předpokládaného nasazení. Díky digitálnímu dezénu budou vojáci dle [7] v terénu opticky těžko zpozorovatelní, protože digitální dezén opticky rozbíjí tvar, takže je těžké rozpoznat obrysy osoby v terénu.

Polní stejnokroj do extrémních podmínek dle [8] chání tělo vojáka před povrchovými odřeninami, zraněním při jeho pohybu v lesním, hornatém a pouštním terénu a přímým průnikem střepů a částí munice hlavně při jejich nízké rychlosti. V terénu vojáka chrání před pozorováním nepřítele, nepříznivými klimatickými vplyvy při zabezpečení ochranných a fyziologických požadavek vojáka.

## 2.1 Charakteristické znaky vojenského stejnokroje

Specifické znaky vojenského stejnokroje OS SR (Obr. 18) jsou dle [9]:

- odznak na čepici se státním znakem,
- rukávové znaky, rozlišovací označení vojenských útvarů, domovenky a rozlišovací znaky používané jenom v ozbrojených silách,
- označení vojenské hodnosti,
- stejnokrojové knoflíky se symboly ozbrojených sil.



Obr. 18: Specifické znaky vojenského stejnokroje OS SR

## 2.2 Charakteristika jednotlivých vrstev vojenského oblečení

Vojenský stejnokroj je vojenský oděv, který má dle [10] specifické znaky vyjadřující příslušnost vojáka k ozbrojeným silám. Voják ji používá při výcviku, vojenském cvičení, výkonu 24 - hodinové směny, vykonávání záchranných, lokalizačních a likvidačních pracích, plnění úloh bojové pohotovosti, plnění mimořádných úkolů na státní hranici a při ochraně veřejného pořádku podle rozhodnutí vlády. Voják nosí dle [5] vojenský stejnokroj s předepsanými výstrojnými součástkami a specifickými znaky. Voják musí být za každých okolností ustrojený a i v čase volna se musí chovat důstojně a robít čest uniformě, kterou nosí v práci.

### 2.2.1 Spodní vrstva- termo prádlo

Ozbrojené síly Slovenské republiky, zavedly pro své vojáky termo prádlo kvůli lepšímu komfortu a funkčnosti dalších vrstev oblečení. První vrstva se skládá z tílka, spodků, trenýrek, trička s krátkým a s dlouhým rukávem a ponožek.

Tílko je dle [11] pletený výrobek rovného střihu bez rukávů (Obr. 19). Pletenina je jednolící hladká bílé barvy. Průkrčník a průramky jsou olemovány. Šířka ramínka je 4 cm. Dolní kraj tílka je podehnutý a prošitý. Materiálové složení je 100% bavlna.

Lehké termo tričko s krátkým rukávem (Obr. 20) je zhotoveno v základním střihu. Tričko je rovné, zadní díl je prodloužený do půlobloubku v délce 6 až 10 cm. Průkrčník je tvarován ke krku a olemován, což umožňuje pohodlné oblékání. Spodní okraj předního a zadního dílu a dolní okraj rukávů je začištěn obrubou. V letním období se nosí z 100% polypropylénu a v zimě z 95% bavlna/ 5% elastan.

**Obr. 19: Tílko****Obr. 20: Termo tričko**

Spodky (Obr. 21) jsou dvojího druhu, krátké nebo dlouhé. Konstruktivně jsou zpracované stejně. Mají rovný střih, v páse je vypracovaný tunýlek na navlečení pruženky. Vepředu mají vypracovaný rozparek. V krokové části a v rozparku jsou podšité základním úpletem. Dolní okraj dlouhých spodků je začištěn pružnou manžetou. Krátké spodky mají krokovou délku minimálně 10 cm a jsou začištěné obrubou.

Trenýrky (Obr. 22) jsou zhotovené v základním střihu z bavlněné tkaniny bledozelené barvy. V pase mají vypracovaný tunýlek na navlečení pruženky. Na pravém zadním díle mají našitou kapsu.

**Obr. 21: Spodky****Obr. 22: Trenýrky**

Tričko s dlouhými rukávy (Obr. 23) je rovného střihu. Zadní díl je prodloužen do půlobloubku v délce 6 až 10 cm. Průkrčník je tvarován ke krku a olemován. Dlouhé

raglánové rukávy jsou zakončeny dvojitým pružným lemem ze základního materiálu. Dolní kraj je zpracován obrubou. Tričko je vyrobeno z 100% polypropylénu.

Zimní termo ponožky (Obr. 24) jsou pletené. Jsou zakončené pružným lemem s opředanou gumovou nití, zakončení špičky je zapracované spirálovým řetízkovým stehem. Nárt je pleten odlehčeným vzorem na urychlení odvodu vlhkosti a zvýšení průdyšnosti. Špička, chodidlo a pata jsou zesílené proti opotřebování. Proti posunu jsou ponožky zpevněné v žebrové vazbě v nártové a lýtkové části.



Obr. 23: Tričko s dlouhým rukávem



Obr. 24: Ponožky

### 2.2.2 Druhá vrstva

Druhá vrstva pozostává s blůzy polní 2007 a kalhot polních 2007, kterých materiálové složení je 56% bavlna/ 43% polyester/ 1% elastan. Tkanina s digitalizovaným dezénem splňuje požadavky na krytí v terénu.

Blůza polní 2007 (Obr. 25) má dle [12] rovný střih s krytým zapínáním. Na předních dílech jsou 2 prsní nakládané kapsy se zapínáním na knoflíky s patkami na kryté zapínání. V místě levého předního kraje je vyhotovená trezorová kapsa se zdrhovadlem. Nad levou prsní kapsou je našitý suchý zip na umístění hodnotního označení. Na pravé straně nad prsní kapsou je našit stuhový uzávěr na jmenovku. V horní části zadního dílu jsou ponechané golfové záhyby na dynamiku pohybu. Na patce levé rukávové kapsy je našit stuhový uzávěr, na který se umísťuje státní vlajka-



nášivka s nápisem SLOVAKIA. Límec má mandarínský tvar s prodloužením na sponu se zapínáním na stuhový uzávěr.



**Obr. 25: Bunda polní 2007**



**Obr. 26: Kalhoty polní 2007**

Kalhoty polní 2007 (Obr. 26) mají na předních dílech ve vrchní části zhotovené 2 boční kapsy a na pravé straně pod pásem nad boční kapsou je hodinková kapsa s patkou. Přední díly jsou zpevněny kolenními náložkami a v lýtkové části noh jsou kapsy umístěné na střed bočního švu kalhot. Na zadním díle v sedové části kalhot jsou našité náložky na zpevnění a zároveň jsou v nich zhotovené zadní kapsy s patkami se zapínáním na knoflíky. Na pravé a levé straně jsou našité postranní nakládané měchové kapsy s navlečenou stahovací pruženkou, která je všitá mezi zapínací knoflíky. Na pásovém límci je našitých 7 poutek na opasek a na bočních stranách jsou 2 stahovačky na regulaci obvodu pásu. Z lící strany je našitých 6 knoflíků na upnutí traků. Spodní část kalhot je stáhnutá do pruženky.

### **2.2.3 Třetí vrstva**

Hlavní požadavky pro oděvy, které se nosí jako třetí vrstva, jsou dle [12] flexibilita, voděodolnost, hřejivost, prodyšnost, větru odolnost, odolnost vůči odírání, přetrhu a zátrhu. Pohodlí při nošení a manipulace s oděvem nejmě při výcviku v terénu jsou částečně závislé na rozmístění kapes. Třetí vrstva se skládá z bundy zimní a z nepromokavého oděvu.

Bunda zimní k polnímu stejnokroji s digitalizovaným potiskem (Obr. 27) je vyhotovená z dvou druhů základního materiálů, celá podlepená s 2 rukávovými kapsami, 2 dolními mechovými kapsami s patkou a kapuci, celá podšitá síťovanou podšívkou. Přední díl je členěn vytvořen ze dvou částí. Sedlo předního dílu prochází do vrchní části rukávu. Spodní lištové šikmé kapsy jsou umístěné v dolní části předního dílu uzavíratelné pomocí voděodolného zdrhovadla zapínaného směrem k spodnímu kraji. Zadní díl se skládá ze sedla a samotného zadního dílu. Sedlo prochází do vrchní části rukávu. Rukávy pozůstávají z prodlouženého sedla předního a zadního dílu, dvou malých dílků a nakládaných kapes. Kapuce je všitá do průkrčníku a skládá se ze tří částí. V přední části je vytvořen prodloužený kšilt a zároveň vytvořen tunýlek na okrouhlou pruženku. Límec se skládá ze tří částí. V dolním okraji bundy je vytvořen tunýlek pro okrouhlou pruženku na regulaci dolního kraje bundy. Vnitřní část bundy je vyhotovená z termoizolačního materiálu a základního materiálu.



**Obr. 27: Bunda zimní**

Bunda nepromokavého oděvu (Obr. 28) je celá podlepená s dvěma větracími otvory v podpaží a s dvěma dolními mechovými kapsami s patkou. Přední díl je dle [13] členěn. Uzavírá se voděodolným dvouběžcovým zdrhovadlem všitým do límce předního dílu po spodní okraj. Zadní díl se skládá ze sedla, které prochází do předního dílu. Hlavicové rukávy jsou ze čtyř částí. Musí být speciálně střižené kvůli dobrému pohybu ruky. V dolní části rukávu jsou spinky se stuhovým uzávěrem, které slouží na regulaci dolního obvodu. V každém podpaží je vytvořen větrací otvor, v kterém je všitý voděodolný dvouběžcový zdrhovadlo překryté dvěma výpustkami. Kapuce je všitá do průkrčníku, je ze třech částí a v přední části je vytvořen prodloužený kšilt. Tunýlek na okrouhlou pruženku je po obvodu. Límec je zhotoven ze tří částí. Vrchní límec má v horní části vytvořen tunýlek se dvěma poutky všitými uprostřed a vloženou okrouhlou pruženkou s brzdíčkou na regulaci, v spodní části je vytvořen tunýlek a z vnitřní strany na tunýlku jsou našité 5 kusy stuhového uzávěru. Dolní okraj bundy je předšitý podsádkou, na které jsou vyšité otvory na vstup a výstup okrouhlé pruženky.

Kalhoty nepromokavého oděvu (Obr. 29) jsou celé podlepené. Musí být členěné kvůli lepšímu pohybu a tvaru těla. Pásek kalhot je po celém obvodu regulován



pruženkou a tunýlkem s ripsovou stuhou. Zapínají se pomocí zdrhovadla a knoflíku. Dírka je konfekční s uzávěrkou. V bočních švech jsou po celé délce umístěné voděodolné zdrhovadla s dvěma běžci, které jsou překryté výpustkou. Šířku kalhot je možné regulovat stuhovým uzávěrem. Zónový koncept kalhot může mít nižší hmotnost, když se použije méně kapes a zdrhovadel a různé druhy laminátů. Zdrhovadla v bočních švech přidávají na váze, ale zvyšují přizpůsobivost.



**Obr. 28: Bunda nepromokavého oděvu**



**Obr. 29: Kalhoty nepromokavého oděvu**

Nepromokavý oděv je dle [14] vyhotoven ze speciálního materiálu ze čtyř druhů Gore-texu kvůli rozdílnému namáhání jednotlivých částí oděvů. Životnost a trvanlivost materiálu hlavně u více namáhaných částí oděvu je důležitou vlastností, hlavně v místech, které jsou nejvíce namáhané (ramena, lokty, kolena, zadní díly, části na vnitřní straně kalhot ...). Propustnost vodních pár musí být natolik dostačující, aby se voják při své práci nezpotil a nemělo to vliv na jeho komfort. Na kalhotách se zvolilo po celém bočním švu oboustranní zdrhovadlo.

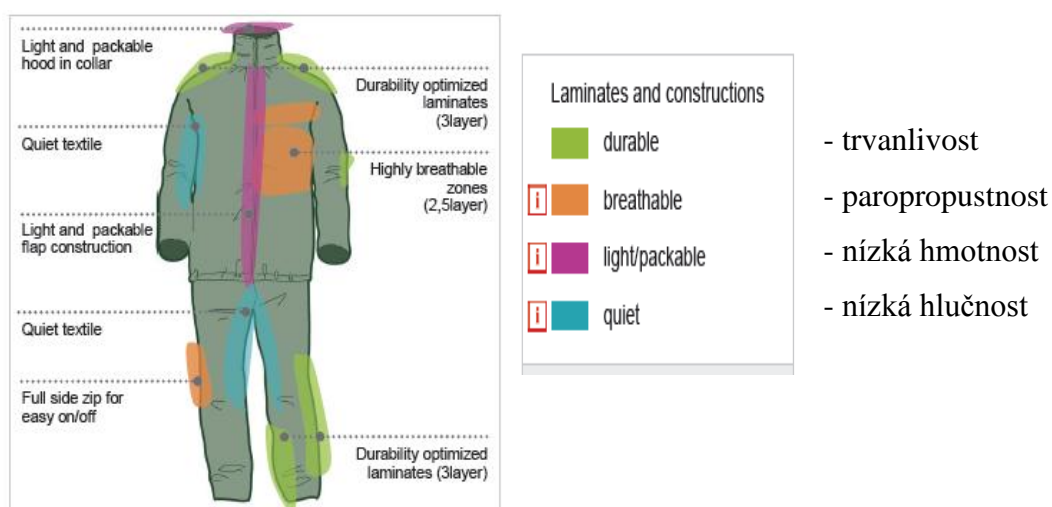


**Obr. 30: Minimalizace objemu**



**Obr. 31: Podlepené švy**

Nízká hmotnost oděvního materiálu, hlavně v oblasti kapuce a zipu, umožní minimalizaci objemu (Obr. 30) při sbalení do batohu, což je výhodou při namáhavých túrách. Nezanedbatelnou vlastností materiálu je také nízká hlučnost, která umožňuje vojákovvi pohybovat se v blízkosti do 36 m od nepřítele, bez toho, aby ho zaznamenal (dosud to bylo až 50 m). Přesun schopností na lokální funkční části použitím vhodného výběru materiálu a plánováním specifické konstrukce oděvů při tvorbě střihu je znázorněn na obr. 30. Inovace techniky podlepení švů zabezpečí stálou nepromokavost různých laminátů (Obr. 31).



Obr. 32: Zónový koncept

### 3 Porovnání tvarového a konstrukčního členění oděvů

Celkový vzhled vojáka zabezpečuje vhodné konstrukční řešení výrobku. Sladění a kompatibilita použitých součástek jednotlivých vrstev oděvu musí splňovat určitá pravidla, díky kterým bude pohyb v terénu jednodušší a komfortní.

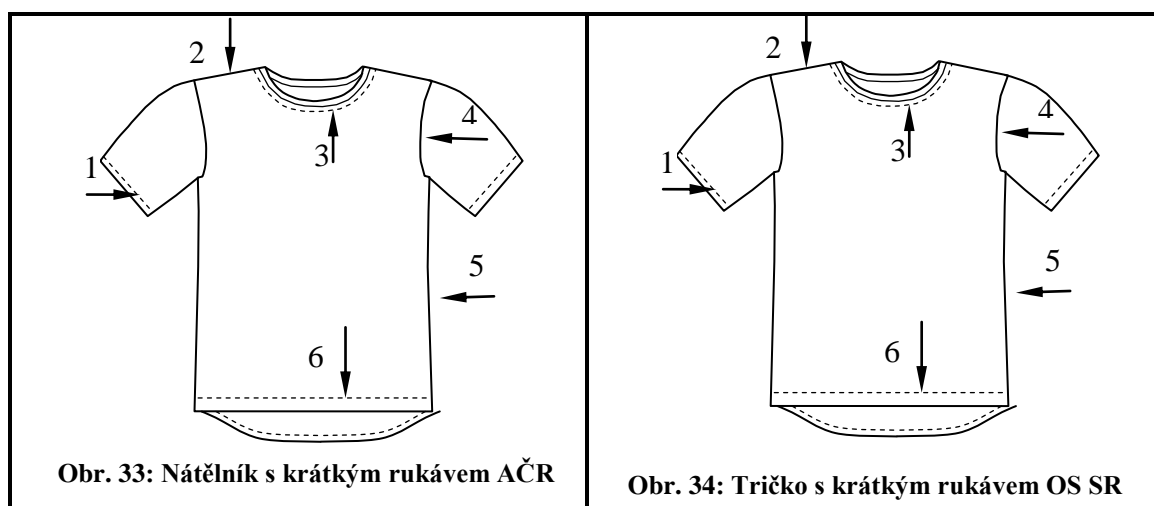
Porovnání jednotlivých vrstev oblečení z hlediska tvarového a konstrukčního členění je vypracováno formou technického nákresu, který je doplněn rozborem stehů a švů jednotlivých míst oděvů. Norma ISO 4915 se dle [21] zabývá rozborem stehů a norma ISO 4916 dle [22] rozborem jednotlivých švů na oděvech.

### 3.1 Spodní vrstva

Spodní vrstvu oblečení AČR tvoří spodky, nátlčník s krátkým a dlouhým rukávem, tílko, trenýrky a ponožky. Spodky, nátlčník s krátkým rukávem (Obr. 33) a nátlčník s dlouhým rukávem jsou vyrobené ze 100% polypropylenu. Tílko je ze 100% bavlny.

Spodní vrstva OS SR se skládá ze spodku, trička s krátkým a dlouhým rukávem, tílka, trenýrek a ponožek. Spodky, tričko s krátkým rukávem (Obr. 34) a tričko s dlouhým rukávem mají materiálové složení ze 100% polypropylenu. Tílko je ze 100% bavlny.

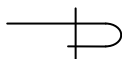
Další součástky oděvu jsou zobrazeny v Příloze 1.



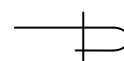
Obr. 33: Nátlčník s krátkým rukávem AČR

Obr. 34: Tričko s krátkým rukávem OS SR

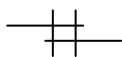
1- 6.02.03/ 606



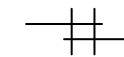
1- 6.02.03/ 406



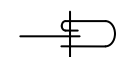
2- 2.01.02/ 504



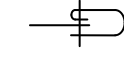
2- 2.01.02/ 606



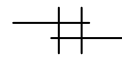
3- 3.03.01/ 406



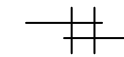
3- 3.03.01/ 406



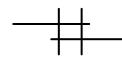
4- 2.01.02/ 504



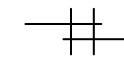
4- 2.01.02/ 606



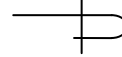
5- 2.01.02/ 504



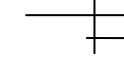
5- 2.01.02/ 606



6- 6.02.03/ 406



6- 6.02.03/ 406



### 3.2 Druhá vrstva

Druhou vrstvu v AČR tvoří bunda a kalhoty, které jsou z 50% bavlna/ 50% polyester.

Vojáci OS SR mají konstrukčně jinak členěné oděvy. Vycházejí z amerického stylu a vojáci si pochvalují hlavě límec, který jich lépe chrání před nepřízní počasí. Materiálové složení bundy a kalhot je 56% bavlna/ 43% polyester/ 1% elastan.

Porovnání konstrukčního členění jednotlivých druhů oděvů a jejich stehů a švů jsou znázorněny v Příloze 1.

### 3.3 Třetí vrstva

Před nepříznivými klimatickými podmínkami v terénu ochraňuje české vojáky třetí vrstva ECWCS, která se skládá z bundy a kalhot. Oděv je vyroben z třívrstvého laminátu. Vrchová tkanina je 100% polyamid s hydrofobní úpravou, mezivrstvu tvoří ePTFE membrána, která je paropropustná, a podšívka je úplet ze 100% polyamidu.

Nepromokavý oděv OS SR obsahuje bundu a kalhoty. Konstrukčně a materiálově se odlišuje od ECWCS. Je vyroben ze čtyř druhů Gore-texu, protože využívá zónový koncept (Obr. 32). Materiálové složení jednotlivých druhů je buď 100% polyamid, nebo 100% polyester, membrána je z ePTFE a podkladový materiál je buď 100% polyamid, nebo je polymericky vrstvený. Kapuce je skrytá v límci. Kalhoty mají po celé délce bočního švu oboustranní zip.

Oba druhy oděvu se vyznačují tím, že všechny švy mají podlepené nepromokavou páskou (Obr. 31) a využívají se nepromokavá zdrhovadla, aby zabezpečili 100% -ní nepromokavost.

Konstrukční členění oděvů je v Příloze 1, kde jsou naznačená i místa podlepení nepromokavou páskou.

## 4 Analýza norem

První vrstva, termo prádlo, slouží dle [13] na ochranu těla vojáka při výkonu bojové a služební činnosti před nepříznivými vplyvy v náročných terénních podmínkách. Vhodná kombinace vrstvení zabezpečí komfort minimálně na 72 hodin při vysoké fyzické námaze ve všech ročních obdobích. Termo prádlo zaručí tepelnou stabilitu těla, ochranu proti vlhkosti a odvod vodních pár od těla směrem ven. Sráživost po praní při 40 °C se zjišťuje pomocí STN EN 340, která dovoluje maximálně 3%. Propustnost vzduchu, STN EN ISO 9237, by měla být minimálně 800 mm.s<sup>-1</sup>. Metoda STN EN 31092 se zabývá odolností proti vodním páram a jejich hodnoty by měly být  $R_{et} \leq 6 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}$ . Stálobarevnost se řeší v normě STN EN ISO 105, a to buď na světle, v potu (kyselý a alkalický), v otěru za sucha a mokra, nebo po praní. Obsah formaldehydů a těžkých kovů + pH vodního výluhu musí vyhovovat požadavkům STN 80 0055.

Dosud používaná polní uniforma vzor 97 nezabezpečovala dle [15] požadavky na ochranu vojáka před různými druhy pozorování- maskovací vlastnosti, které moderní boj vyžaduje. Vývoj digitalizovaného vzoru dosahuje lepší výsledky účinnosti maskování vůči doted' používané uniformě. Vzor dezénu je patentově chráněn. Po stránce užitkové, estetické a hygienicko-fyziologické zabezpečuje polní výstroj pro vojáky porovnatelné výsledky s moderními armádami v rámci NATO. Pevnost zjišťována pomocí STN EN ISO 13934-1 by měla být pro osnovu 1000 N a pro útěk 600 N. Změna rozměrů po praní při 40 °C a žehlení, STN EN 250077, může být maximálně 2%. Stálost vybarvení se řeší v normě STN EN ISO 105 pro otěr za sucha a za mokra, pro žehlení za sucha, v potu kyselém a alkalickém, při praní při 40 °C, ve vodě a v chemickém čištění. Vodoodpudivost určíme pomocí STN EN 24920, kde by měla být minimálně 4 podle stupnice.

Příslušníci OS SR jsou pověřeni plněním úloh nejen na území SR, ale také v zahraničí spolu s ostatními členskými státy NATO. To bylo dle [14] důvodem k inovaci dizajnu a použitých materiálů při novém typu nepromokavého oděvu. Modernizovaný oděv zabezpečuje maximální komfort při plnění úloh výcviku a bojového nasazení ve všech ročních obdobích v různých klimatických pásmech. Mezi užitkové vlastnosti patří: pevnost v tahu, která vychází ze STN EN ISO 1421;

odolnost vůči oděru z lící strany, STN EN 530, při kterém jsou dva druhy zkoušeného materiálu i po 150 000 cyklech bez poškození; změna rozměrů po 1 pracím cyklu při 60 °C a sušení v sušičce se řeší metodami STN EN ISO 6330, STN EN ISO 5077 a STN EN ISO 3759; odolnost vůči pronikání vody, tzv. výška vodního sloupce, při kterém proniknou první tři kapky vody, STN EN 20811, byla naměřená při dodání materiálů vyšší než 24 m vodního sloupce u většiny z nich; odolnost vůči delaminaci po 50 cyklech praní při 40 °C a následném sušení v bubnové sušičce se měří podle normy STN EN ISO 6330, kde u daného materiálu nebyly žádné díry nebo trhliny, žádná delaminace nebo zvráštění větší než 5 mm v žádném směru; spray test, STN EN 24920, z lící strany materiálu při dodání splňuje stupeň 5; stálobarevnost v otěru za sucha, STN EN ISO 105, nebyla zaznamenána změna odstínu, no zapuštění bylo v rozmezí 3-5 stupňů šedé stupnice; stálobarevnost v otěru za mokra řešená tou jistou normou jako za sucha vykazuje při změně odstínu a zapuštění 4-5 stupeň šedé stupnice. Zjišťování zdravotní nezávadnosti u zkoušených vzorků se řeší pomocí těchto norem: STN EN ISO 3071- pH vodního výluhu, STN EN ISO 14184-1- obsah formaldehydu a STN 80 0055- obsah extrahovatelných těžkých kovů.

## 5 Experimentální část

V experimentální části práce byly hodnoceny užité vlastnosti materiálů používaných pro vojenský polní stejnokroj OS SR. Vzorové materiálu jsou popsány a přiloženy v následující kapitole.

Experiment byl zaměřen na hodnocení vlastností:

- prodyšnost textilií,
- oděr plošných textilií za sucha a za mokra,
- propustnost vodních pár,
- nepromokavost plošných textilií.

Tyto měření patří mezi nejdůležitější z hlediska užitečných vlastností. Prodyšnost materiálu zabezpečuje vojákovi přiměřený komfort (vzduch jede z rubní strany) a ochranu (vzduch jede z lící strany). Vojáci se pohybují nejenom v suchých podmínkách, ale také v mokrých, proto byl zvolen oděr za sucha i za mokra. Propustnost vodních pár umožňuje transport vlhkosti do vnějšího prostředí, což zabraňuje přehřívání a prochladnutí organismu. Nepromokavost oděvu lze považovat za jednu z nejdůležitějších vlastností, která zabezpečí maximální ochranu před nepřízní počasí, protože vojáci naň nemůžou brát ohled a musí bojovat za každých podmínek.

Všechny měření byly prováděny v laboratořích KOD.

### 5.1 Charakteristika použitých materiálů

Materiály byly poskytnuty firmami GEMOR Fashion s.r.o. Prešov, ZEKON a.s. Michalovce a útvarem 2. mechanizované brigády Pozemních síl OS SR v Prešově.

Materiál č. 1 se používá pro výstrojní součástky stejnokroje vzoru 97. Materiálové složení je 50% bavlna/ 50% polyester. Tkanina je keprové vazby. Čtyř barevný potisk je tvořen kombinací tmavozelené, světlazelené, hnědé a černé barvy.

Materiál pro stejnokroj vzor 97 byl nahrazen novým materiálem s digitálním vzorem 2007. Materiál č. 2 je složen z 56% bavlna/ 43% polyester/ 1% elastan. Textilie je potisknutá digitalizovaným dezénem kamufláže „les“ zabezpečujícím maskování v pásmu spektra 400-1200 nm.

Materiály č. 3 a 4 se využívají pro nepromokavý oděv a pro zimní kabát. Jedná se o dvousložkový Gore-tex. Rozdílné podkladové materiály zvyšují kvalitu výrobků

a jejich schopnost splňovat funkčnost v konstrukčním členění oděvu. Materiál č. 3 v digitalizovaném potisku „les“ má lící stranu ze 100 % polyamidu a je v keprové vazbě. Polytetrachloretylenová membrána je dvousložková, bílé barvy. Podkladový materiál je 100% polyamid, v plátňové vazbě a v niklové barvě. Materiál č. 4 má lící stranu stejnou jako materiál č. 3. Membrána je ePTFE, dvousložková, tmavošedé barvy. Podkladový materiál je polymericky vrstven, má nepravidelný vzor tmavošedé barvy.

Charakteristika použitých materiálů je uvedena v Tab. 1, kde je popsané materiálové složení, vazba, plošná hmotnost  $M_p$  a tloušťka materiálu  $h$ . Materiálové složení bylo určeno z tabulek, které poskytly jednotlivé firmy. Vazba byla zjišťována pomocí lupy. Plošná hmotnost  $M_p$  jednotlivých materiálů se stanoví výpočtem z naměřené hmotnosti vzorku s rozměry 10x10 cm. Tloušťka materiálu  $h$  byla určena pomocí tloušťkoměru SDL M034A. Každý materiál byl třikrát změřen a následně byl určen průměr podle statistického výpočtu.

Za tabulkou se nacházejí vzorky použitých materiálů.

**Tab. 1: Charakteristika použitých materiálů**

<b>Materiál</b>	<b>Materiálové složení</b>	<b>Vazba</b>	<b><math>M_p</math> [g.m<sup>-2</sup>]</b>	<b><math>h</math>[mm]</b>
<b>1.</b>	50% bavlna 50% polyester	kepr	248,9	0,58
<b>2.</b>	56 % bavlna 43 % polyester 1 % elastan	kepr	235,5	0,53
<b>3.</b>	100% polyamid + ePTFE membrána	kepr + plátňová vazba (podklad. mat.)	169,9	0,34
<b>4.</b>	100% polyamid + ePTFE membrána	kepr + nepravidelný vzor (podklad. mat.)	175,2	0,33



Materiál č. 1

Materiál č. 2

Materiál č. 3

Materiál č. 4

## 5.2 Charakteristika použitých zařízení

Zjišťování prodyšnosti textilií bylo prováděno na přístroji SDL M021S. Odolnost v oděru na rotačním odírači Karl Schröder KG se zkoumala na suchém a mokřém vzorku. Propustnost vodních pár, zkouška pocení vyhřívanou deštičkou, byla testována na přístroji PSM-2. Zjišťování vodoodpudivosti metodou zkrápění bylo pomocí Spray testu.

### 5.2.1 Prodyšnost plošných textilií

Prodyšnost textilií se hodnotí v normě ČSN EN ISO 9237 (80 0817)- Textilie- Zjišťování prodyšnosti plošných textilií.

Prodyšnost je dle [15] rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo plochou vzorku materiálu při stanoveném tlakovém spádu a době.

Přístroj SDL M021S (Obr. 35) má oddělitelné vakuové čerpadlo, ovládá se pomocí pedálu. Proud vzduchu lze nastavit v rozmezí od  $0,1 - 400 \text{ ml.s}^{-1}$  a měří se pomocí 4 rotametrů se stupnicí a izolovanými ventily. Podstatou zkoušky je měření rychlosti vzduchu procházejícího kolmo plochou vzorku při stanoveném tlakovém spádu a době. Pro oděvní textilie je tlakový spád stanoven na 100 Pa. Plocha upínací čelisti je  $20 \text{ cm}^2$ .



**Obr. 35: Přístroj SDL M021S**

Vzorky materiálu byly klimatizovány dle ISO 139 - normální klimatizované ovzduší (relativní vlhkost =  $65 \pm 2 \%$ , teplota =  $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a nevykazovaly známky poškození. Dle dohody byly vzorky materiálu hodnoceny na celém kusu materiálu. Z každého druhu materiálu bylo 10 měření.

Vzorek se upne do kruhového držáku vzorku bez záhybů lící stranou nahoru. Zapne se sací ventilátor a pomocí Almema se sleduje průtok vzduchu tak, aby na zkušební ploše materiálu vznikl tlakový spád 100 Pa. Po dosažení ustálených podmínek se zaznamená průtok vzduchu. Zkouška se opakuje desetkrát za stejných podmínek na různých místech materiálu. Hodnoty se zaznamenají a vyhodnotí.

Z naměřených dat se vypočítá aritmetický průměr  $\overline{q_v}$  podle vztahu:

$$\overline{q_v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{vi} \quad [\text{ml.s}^{-1}]$$

kde  $\overline{q_v}$  je aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu v  $[\text{ml.s}^{-1}]$ ,  $n$  je počet měření a  $q_{vi}$  je rychlost průtoku vzduchu v  $[\text{ml.s}^{-1}]$ .

Prodyšnost  $R$ , která je vyjádřena v  $[\text{mm.s}^{-1}]$ , se určí podle vzorce:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \cdot 10 \quad [\text{mm.s}^{-1}]$$

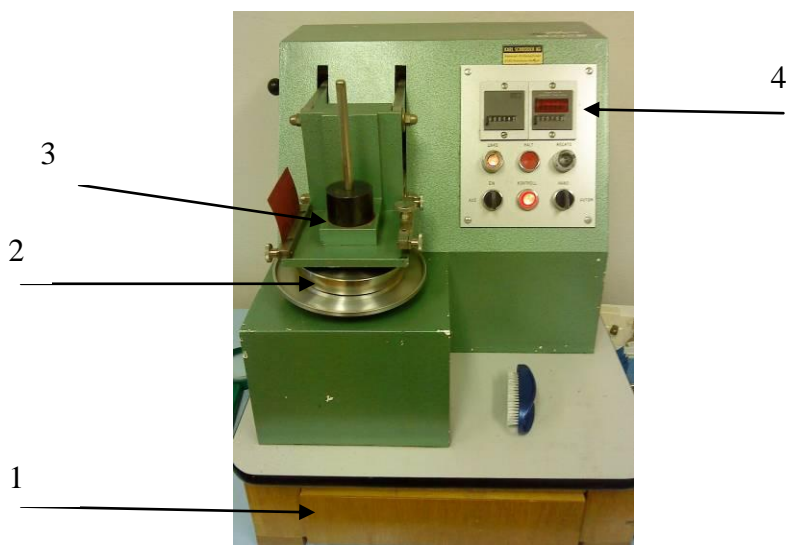
kde  $\bar{q}_v$  je aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu v  $[\text{ml.s}^{-1}]$ ,  $A$  je zkoušená plocha textilie v  $[\text{cm}^2]$  a 10 je přepočítávací faktor z  $[\text{ml.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}]$  na  $[\text{mm.s}^{-1}]$ .

### 5.2.2 Odolnost v oděru pomoci rotačního odírače Karl Schröder KG

Norma ČSN 80 0816 – Zkouška odolnosti v oděru na rotačním odírači Karl Schröder KG byla v roce 2008 nahrazená normou ČSN EN ISO 12947 (80 0846) - Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale. Protože metoda Martindale řeší oděr textilie o textili, což je pro vojenské oblečení dost málo podstatné, zvolila se metoda pomocí rotačního odírače, která je více podobná podmínkám, ve kterých se vojáci nacházejí.

Odolnost v oděru se může dle [16] chápat jako porušení textilie odíráním, které se vyjadřuje počtem otáček rotující hlavy, nebo jako úbytek hmotnosti odíraného povrchu vzorku, který se vyjádří v procentech. Pro provedení zkoušky byly zvoleny obě metody.

Přístroj Karl Schröder KG (Obr. 36) se skládá z úložního prostoru (1), dolní upínací hlavy (2), horní přítlační hlavy (3) a počítadla (4).



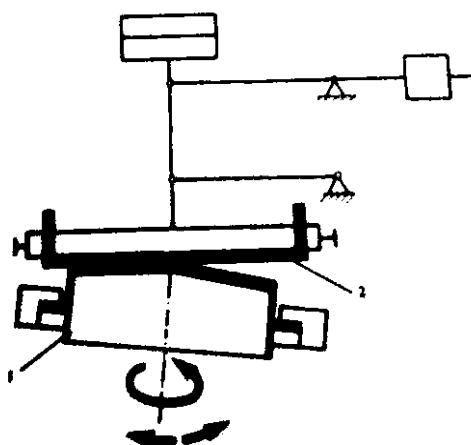
Obr. 36: Rotační odírač Karl Schröder KG

Vystříhne se 5 kruhových vzorků o průměru 115 mm z každého druhu materiálů a následně se odloží do klimatizované laboratoře na 24 hodin. Připraví se brusný papír číslo 400, který je vodovzdorný, a stejnoměrně se upne do čelisti horní přítlačné hlavy. Pro každý vzorek se použije nový papír. Umístí se závaží (hmotnost závaží se určuje z plošné hmotnosti, viz Tab. 2).

**Tab. 2: Určení hmotnosti závaží z plošné hmotnosti**

Plošná hmotnost textlie [ $\text{g.m}^{-2}$ ]	Závaží [g]
50 – 100	100
100 – 150	200
150 – 300	500
nad 300	1000

Zrnitost brusného papíru je uvedena v předmětových normách. Vzorek materiálu se vloží do upínací hlavy, na něj se položí pružná podložka z technického sukna a oba se upnou do upínací hlavy. Otáčením hlavy se vypne vzorek tak, aby jeho vyklenutí bylo 5 mm. Pomocí kontrolního měřicího zařízení se zkontroluje vyklenutí.



**Obr. 37: Technický náčrt rotačního odírače**  
(1- rotační hlavy, 2- přítlační hlavy)

Upínací hlava se nasadí na dolní rotační hlavici. Na povrch vzorku se pomalu spustí horní přítlační hlavice a stroj se spustí. Upínací hlava se otáčí okolo své osy a odírá 50 cm<sup>2</sup> vzorku o brusný papír se stanoveným zatížením (Obr. 37). Počet otáček rotující hlavice zaznamenává počítadlo. Rychlost otáčení odírací hlavice je  $75 \pm 5$  otáček/min. Po každých 100 otáčkách se stroj automaticky nebo ručně zastaví, zkoušený vzorek a brusný papír se okartáčováním zbaví prachu, zhodnotí se vzhled odíraného materiálu a přístroj se opět uvede do chodu, přičemž se směr otáčení hlavice změní. Během zkoušky se provede výměna brusného papíru s přihlédnutím k odolnosti v odírání a použitého závaží podle Tab. 3.

**Tab. 3: Výměna brusného papíru**

Počet otáček	Hmotnost závaží [g]
1000	do 600
600	od 800 do 1000
400	nad 1000

Pro materiál 1 a 2 byl zvolen postup do přetruhu prvního vazného bodu a u materiálů 3 a 4 se vypočet úbytek hmotnosti po 2000 otáčkách. Výsledkem oděru do porušení je aritmetický průměr počtu otáček rotující hlavice  $\bar{x}$ , který se vypočítá podle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad [\text{ot.}]$$

kde  $\bar{x}$  je aritmetický průměr počtu otáček,  $x_i$  je počet otáček a  $n$  je počet zkoušek.

Úbytek hmotnosti  $U$  [%] se určí pomocí vzorce:

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde  $U$  je úbytek hmotnosti v [%],  $m_1$  je hmotnost vzorku v [g] před zkouškou a  $m_2$  je hmotnost vzorku v [g] po zkoušce. Následně se vypočte aritmetický průměr z pěti měření.

Jako doplněk k tomuto měření byl proveden také mokrý oděr. Jednotlivé vzorky materiálů byli postříkaný pomocí rozprašovače, v kterém se nacházela destilovaná voda o teplotě 20 °C. Vzorky se nechali po dobu cca 10 minut smáčet, mokrý přivažek byl u každého vzorku  $25\% \pm 2\%$ . U materiálů 3 a 4 se muselo použít závaží (Obr. 38), protože tyto materiály jsou voděodolné (Obr. 39).



Obr. 38: Závaží



Obr. 39: Voděodolný materiál

Následně se upnuli do upínací hlavice, podložili se technickým sukem a otáčením hlavice se vyklenuli do požadované výše. Upínací hlava se nasadila do stroje a následně se na ni spustila horní přitlační hlavice a přístroj se spustil do chodu. Následuje stejný postup jako při suchém oděru.

### 5.2.3 Zjišťování propustnosti vodní páry pomocí přístroje PSM-2

Propustnost vodní páry se hodnotí podle normy ČSN EN 31092 (80 0819) – Zjišťování fyziologických vlastností, měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou).

Odolnost vůči vodním parám Ret je dle [17] rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálů, dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu. Ret je vyjádřena v  $[m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}]$ . Platí, že čím je hodnota Ret menší, tím lepší je paropropustnost textilie.

Nejpřesnější a nejobjektivnější vyjádření schopnosti materiálu „dýchat“, tedy propouštět vyprodukovanou vlhkost do vnějšího prostředí, je dle [18] metoda

pro stanovení jednotky Ret, která udává odpor materiálu proti permanentnímu odpařování. Klasifikace prodyšnosti materiálů je popsána v Tab. 4.

**Tab. 4: Prodyšnost materiálů**

Hodnota Ret [m <sup>2</sup> · Pa · W <sup>-1</sup> ]	Paropropustnost [g · m <sup>-2</sup> / 24 hodin]	Paropropustnost [slovní hodnocení]
< 6	nad 20 000	velmi dobrá
6 - 13	9000 - 20 000	dobrá
13 - 20	5000 - 9000	uspokojivá
> 20	pod 5000	neuspokojivá

Přístroj PSM-2 (Obr. 40) je napojen na počítač, který měří přibližně 15 minut jeden vzorek materiálu a výsledky vyhodnotí pomocí nainstalovaného softwaru.



**Obr. 40: Přístroj PSM-2**

Vzorky materiálu mají dle [18] rozměr 280 x 280 mm, jsou klimatizované a nevykazují známky poškození. Z každého druhu materiálu se vystříhnou 4 kusy. Měření se provádí v klimatizované laboratoři. Před začátkem zkoušky se vytvoří soubor, do kterého se budou výsledky ukládat. Spustí se volený příkaz z programu PSM. Následuje temperace přístroje a plnění vnitřního zásobníku vodou. Proces trvá přibližně 15 minut, po skončení se vloží celofánová membrána na elektricky vyhřívanou

měřicí podložku (Obr. 41) a odstraní se vzniklé vzduchové bubliny. Vzorek materiálu se upevní pomocí dvou rámečků lící stranou nahoru na měřicí desku (Obr. 42), přičemž horní strana materiálu musí být souběžně s rovinou dolní desky. Nasadí se kryt přístroje.



Obr. 41: Vyhřívaná měřicí podložka



Obr. 42: Rámeček na upevnění materiálu

Spustí se příkaz „Pokračovat“, zadá se název souboru, do něhož budou ukládány výsledky (vyplnit všechny příkazem žádané položky) a pokračuje se dál. Přístroj PSM-2 zaznamenává cca 15 minut hodnoty. V měřicím prostoru je udržována teplota testovací podložky 35 °C. Po spuštění měření se přivádí voda, která se odpařuje a prochází podložkou ve formě vodní páry a dále vzorkem materiálu do vzduchového kanálu s kontaktním prouděním vzduchu rychlosti 1 [m.s<sup>-1</sup>]. Celková tepelná ztráta se kompenzuje přesným dodáním elektrické energie. Po ukončení měření se výsledky zobrazí na monitoru počítače, kde je možné dopsat si vlastní poznámky. Výsledkem měření jsou hodnoty: teplota měřicí jednotky T<sub>m</sub> [°C], teplota tepelného chrániče T<sub>s</sub> [°C], teplota vzduchu ve zkušebním prostoru T<sub>a</sub> [°C], výhřevnost H [W] a Ret hodnota [m<sup>2</sup>. Pa. W<sup>-1</sup>]. Pokračovat lze buď příkazem: „Nové měření“, kdy se otevře nový soubor, nebo příkazem „Nový vzorek“ a výsledek bude uložen do stejného souboru.

Tepelná odolnost Ret se dle [17] vypočítá podle rovnice:

$$Ret = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_g} - Ret_0 \quad [\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}]$$

kde Ret je tepelná odolnost materiálu, p<sub>m</sub> je nasycený parciální tlak vodní páry v [Pa] na povrchu měřicí jednotky při teplotě T<sub>m</sub>, p<sub>a</sub> je parciální tlak vodní páry ve vzduchu



v [Pa] ve zkušebním prostoru při teplotě  $T_a$ ,  $A$  je plocha měřící jednotky v  $[m^2]$ ,  $H$  je výhřevnost dodávaná měřící jednotce ve [W],  $\Delta H_e$  je korekce pro výhřevnost při měření odolnosti vůči vodním parám  $Ret$  a  $Ret_0$  je odolnost nezakryté deštičky v  $[m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}]$ .

Korekce pro výhřevnost  $\Delta H_e$  se určí z rovnice:

$$\Delta H_e = \beta(T_m - T_s) \quad [-]$$

kde  $\beta$  je směrnice korekční přímky.

Odolnost nezakryté deštičky  $Ret_0$  se určuje při kalibraci přístroje podle vztahu:

$$Ret_0 = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} \quad [m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}]$$

Z naměřených výsledku pomocí počítače se celková hodnota  $Ret$  určí odečtením  $Ret$  od  $Ret_0$ .

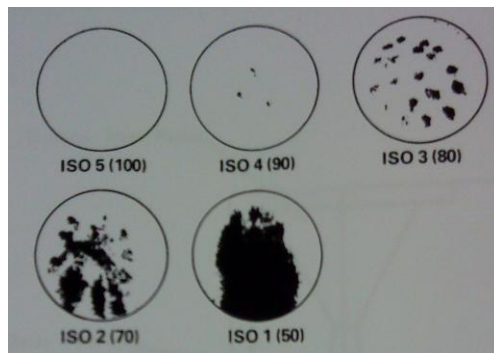
$$Ret_{celková} = Ret - Ret_0 \quad [m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}]$$

#### 5.2.4 Určení nepromokavosti pomocí Spray testu

Nepromokavost oděvních materiálů se dá určit pomocí dvou zkoušek buď podle ČSN EN 29865 (80 0856)- Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou deštěm (ISO 9865:1991), nebo metodou ČSN EN 24920 (80 0827)- Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (skrápěcí metoda). První metoda Bundesmannova zkouška deštěm slouží dle [19] ke stanovení účinnosti úprav nepromokavosti, které jsou aplikovány na plošné textilií. Protože přístroj Bundesmann je na katedře nefunkční, byla zvolena druhá alternativa skrápěcí metoda.

Určení nepromokavosti pomocí metody Spray test platí dle [20] pro stanovení vodoodpudivosti materiálů, které mají nebo nemají vodoodpudivou úpravu. Zkouška není určená pro stanovení odolnosti materiálů vůči pronikání vody, protože voda, která pronikne skrz materiál, se neměří.

Stupeň smáčení povrchu je míra odolnosti povrchu plošných textilií vůči smáčení. Určuje se pomocí etalonu (Obr. 43) se stupnicí 1 – 5, kde 1 představuje smočení celé zkrápěné plochy, 2 smočení poloviny zkrápěné plochy vzniklé splynutím malých oddělených ploch, 3 je smočení zkrápěné plochy pouze v malých oddělených plochách, 4 značí žádné smočení, pouze malé ulpělé kapky na zkrápěné ploše a stupeň 5 vykazuje žádné smočení a žádné kapky ulpělé na zkrápěné ploše.

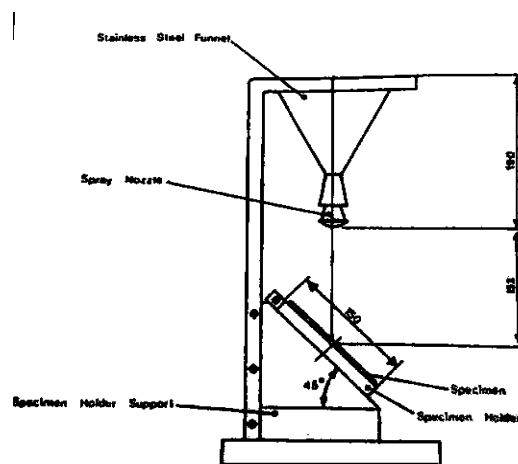


Obr. 43: Stupeň smáčení

Skrápěcí zařízení M 232 (Obr. 44) se skládá z postřikovacího zařízení (nálevka o průměru 150 mm), které je drženo vertikálně nad vzorkem; z kovové trysky, která je upevněná k nálevce pryžovou hadičkou a s držáku vzorku, který sestává ze dvou kovových kroužků, vzájemně do sebe zapadajících. Materiál se vloží do držáku, přitáhne se pomocí křídlové matky a položí se na podložku přístroje tak, aby byl skloněn pod 45° uhlím (Obr. 45).



Obr. 44: Skrápěcí zařízení M 232



Obr. 45: Schéma skrápěcího zařízení M 232

Odebere se pět čtvercových vzorků o rozměru 180 x 180 mm z různých míst materiálu, které neobsahují lomy a sklady. Vzorky se klimatizují po dobu 24 hodin v laboratoři.

Po klimatizování v normálním ovzduší se materiál upevní do držáku. Musí se dbát na to, aby vzorek byl lící stranou nahoru. Zkušební vzorek je uložen pod 45° uhlím. Střed vzorku je ve stanovené vzdálenosti pod skrápěcí trubicí a je orientován tak, aby osnova tkaniny byla paralelně s proudem vody dopadajícím na vzorek. Do nálevky se rychle nalije 250 ml destilované vody o teplotě 20 °C tak, aby proud byl nepřetržitý, jakmile začne postřikování. Doba trvání toku je přibližně 30 vteřin. Když se postřikování zastaví, kruhový držák se vzorkem se sejme, dvakrát se klepne držákem o pevný předmět opačnou stranou kroužku (během tohoto postupu musí být materiál téměř ve vodorovné poloze s lícem vespodu), aby se odstranily kapky vody. Po odklepnutí se vzorek nechá v držáku, provede se hodnocení podle etalonu a zkušebnímu vzorku materiálu se udělí hodnota pro smáčení povrchu 1 – 5 (Obr. 43). Následně se celý postup zopakuje s ostatními vzorky materiálů.

### **5.3 Vyhodnocení experimentálního měření**

Vyhodnocení jednotlivých zkoušek je popsáno formou tabulek a grafů, v kterých jsou zhodnoceny statistické údaje naměřených hodnot. Statistické vzorce jsou uvedeny v příloze č. 5. Při každé zkoušce bylo měření prováděno u nově vyrobeného materiálu. Každý oděv vyrobený z daných materiálů má dobu životnosti dva roky při splnění všech udaných parametrů ošetřování, používání a údržby.

#### **5.3.1 Prodyšnost materiálů**

K provedení zkoušky prodyšnosti plošných textilií byl použit jeden celý kus materiálu od každého druhu materiálu. Materiál byl zkoušen na deseti různých místech minimálně deset centimetrů od okraje, protože v těchto místech by mohli být zkreslené výsledky. Zkoušený materiál byl vzhledem k svému účelu použití upnut do držáku přístroje lící stranou nahoru, což simuluje odolnost vůči větru z okolního prostředí.

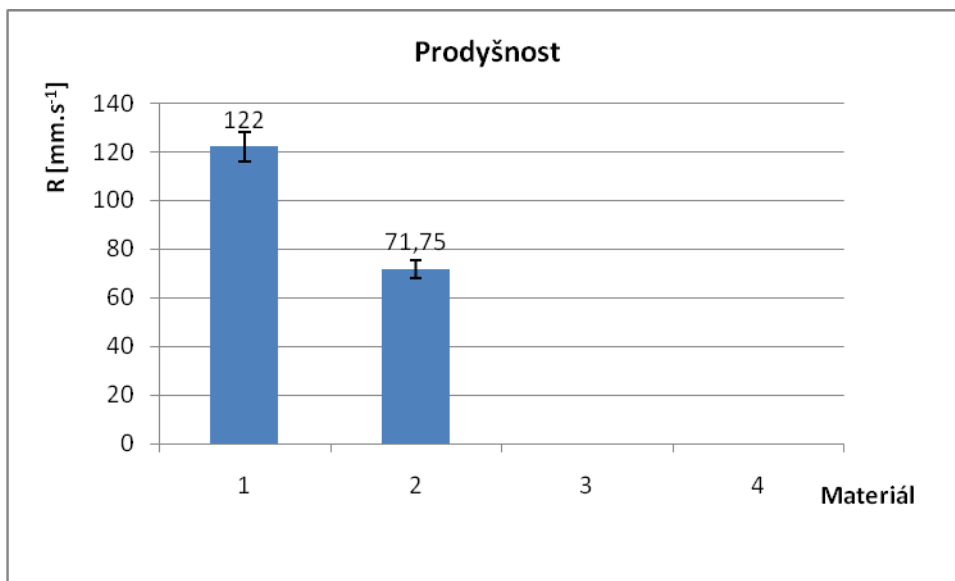
Z naměřených hodnot aritmetického průměru rychlosti průtoku vzduchu  $\overline{q_v}$  se určí prodyšnost R. Materiál č. 1 je dle výsledku (Tab. 5) více prodyšný, než materiál č. 2. Kým první materiál má průměrné hodnoty prodyšnosti  $122 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ , druhý jenom  $71,75 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ . Z výsledků je zřejmé, že materiál č. 2 lépe ochrání vojáky před větrem, protože má hustší dostavu.

Tab. 5: Prodyšnost textilií R

Počet měření	R [ $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ]			
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4
1	250	150	-	-
2	260	140	-	-
3	245	140	-	-
4	240	145	-	-
5	225	145	-	-
6	245	145	-	-
7	235	145	-	-
8	230	145	-	-
9	265	145	-	-
10	245	135	-	-
$\overline{q_v}$ [ $\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ]	244	143,5	-	-
s [ $\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ]	12,4	4,1	-	-
v [%]	5,1	2,9	-	-
95% IS [ $\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ]	(235,1 – 252,9)	(140,6 – 146,4)	-	-
R [ $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ]	122	71,75	-	-

U materiálů č. 3 a 4 se prodyšnost nedala na daném přístroji ověřit, proto byla zkouška provedená na Katedře textilních materiálů, kde se také zkouška nepovedla a materiály se nedali za určených podmínek změřit, ani při vyšším tlakovém spádu. Lze konstatovat, že materiály č. 3 a 4 jsou buď neprodyšné, nebo pro případné zhodnocení prodyšnosti by se museli použít jiné přístroje s výkonnější vývěvou, která by dokázala protáhnout vzduch skrz materiál.

Průměrné výsledky naměřené prodyšnosti jsou znázorněné v grafu č. 1.



Graf 1: Prodyšnost materiálů

K provedené zkoušce lze podotknout, že mohlo docházet k chybě měření, protože materiál byl upínán manuálně a není tak 100% možné zabránit úniku vzduchu mezi kruhovým držákem a vzorkem.

### 5.3.2 Odolnost v oděru

Pro zkoušku oděrem na rotačním odírači bylo rozhodnuto na základě podmínek, v kterých se vojáci nacházejí a bojují, protože tam dochází nejen o oděr textilie o textilií, ale hlavně o oděr o netextilní materiály, když bojují v terénu. Odolnost v oděru na rotačním odírači Karl Schröder KG se měří od každého materiálu na pěti vzorcích kruhového tvaru o průměru 122 mm. Pro zkoušky byl zvolen voděodolný brusný papír č. 400. Podle plošné hmotnosti zkoušených materiálu bylo zvoleno závaží o hmotnosti 500 gramů pro každý vzorek. Posuzování porušení prvního vazného bodu bylo prováděno pomocí lupy. Úbytek hmotnosti se určí ze vzorce odečtením hmotnosti před a po oděru.

Porovnáním výsledků jednotlivých materiálů (Tab. 6) je zřejmé, že nevyšší odolnost při suchém oděru mají materiály č. 3 a 4, které se používají jako ochranní oděv proti nepříznivým klimatickým podmínkám, hlavně proti dešti a větru. Protože norma povoluje maximální hranici 2000 otáček, nebylo možné určit počet otáček do přetrhu prvního vazného bodu u těchto vzorků.

Nejnižší odolnost při odírání dosahuje materiál č. 1 svoji průměrnou hodnotou 1120 otáček, který se používal pro polní stejnokroj vzor 97.

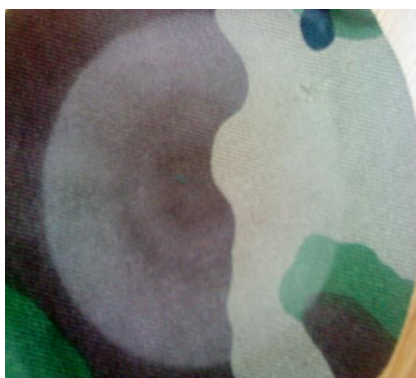
Tab. 6: Oděr materiálů

	Počet otáček							
	Materiál 1		Materiál 2		Materiál 3		Materiál 4	
Počet měření	suchý	mokrý	suchý	mokrý	suchý	mokrý	suchý	mokrý
1	1300	1900	1200	2100	2000	2000	2000	2000
2	800	1400	1300	1300	2000	2000	2000	2000
3	1000	1700	1900	2100	2000	2000	2000	2000
4	1100	1700	1600	1700	2000	2000	2000	2000
5	1400	1800	1000	1800	2000	2000	2000	2000
<b>průměr [ot.]</b>	<b>1120</b>	<b>1700</b>	<b>1400</b>	<b>1800</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>
<b>s [ot.]</b>	239	187	354	332	-	-	-	-
<b>v [%]</b>	21,3	11,0	25,3	42,9	-	-	-	-
<b>95% IS [ot.]</b>	(832 - 1417)	(1467 - 1933)	(960 - 1840)	(1388 - 2212)	-	-	-	-
<b>U [%]</b>	-	-	-	-	2,9	3,4	4,5	6,3

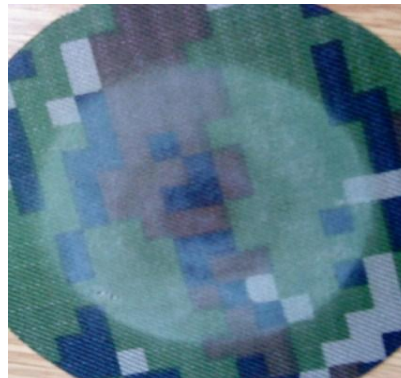
Na vysoké odolnosti materiálů č. 3 a 4 má vliv materiálové složení vrchního materiálu, uvedeného v tab. 1, kterým je 100% polyamid a také použité příze. Každý druh materiálu se v oděvu využívá na plnění jiné funkční vlastnosti. Kým materiál č. 3 zabezpečuje trvanlivost na nejvíce namáhaných místech, materiál č. 4 je konstrukčně začleněn na místa, které musí zabezpečit nejvyšší propustnost vodních pár.

Materiály č. 1 a 2 jsou na dotyk drsnější a jejich keprová vazba je silnější, co je podmíněno dvojitým seskáním osnovní a útkové příze, proto dochází brzy k porušení prvního vazního bodu. Další vliv na oděr má jejich směšované materiálové složení, které je kombinací polyesteru a bavlny a u materiálu č. 2 ještě obsahem 1% elastanu.

Z obrázku č. 46 je viditelné, že při odírání materiály ztrácejí také barevnost.



Materiál 1



Materiál 2



Materiál 3



Materiál 4

**Obr. 46: Změny odstínu barev po odírání**

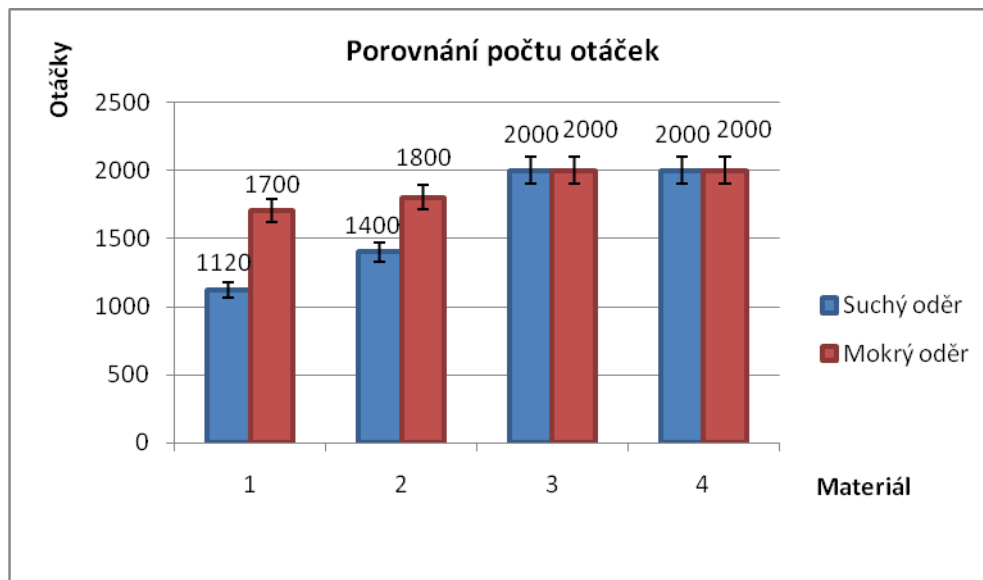
Jako speciální zkouška byl zvolen mokrý oděr, který simuloval podmínky vojáků v terénu, když jsou nuceni pracovat v mokré oblečení. Zjištěné výsledky byly dost překvapující, protože se předpokládalo, že odolnost materiálu bude nižší.

Porovnáním suchého a mokrého oděru (Graf č. 2) je zřejmé, že materiál č. 1 a 2 zvýšil odolnost vůči oděru. Lze předpokládat, že je to způsobeno materiálovým složením, protože obsah bavlny v materiálech v mokrému stavu se chová jinak, než při suchém stavu. Pevnost bavlny se zvyšuje oproti suchému stavu o 100- 120%.

Oproti tomu u materiálu č. 3 a 4 bylo při 2000 otáčkách viditelné poškození prvního vazního bodu.

Hmotnostní úbytek se při oděru určuje pomocí vzorce a u materiálů, které byly odírané do stejného počtu otáček, proto byl určen jen u materiálu č. 3 a 4. Z vypočtených výsledků vyplývá, že nejmenší hmotnostní úbytek, jak při suchém, tak i při mokrému oděru, dosáhl materiál č. 3, který se používá na místa,

která jsou nejvíce namáhána, a proto by měl být lépe odolný proti oděru. Všechny naměřené údaje jsou v Příloze č. 2.



**Graf 2: Porovnání počtu otáček u suchého a mokrého oděru**

Změna odstínu u mokrého oděru byla také zaznamenána u všech materiálů, viz Příloha č. 3.

### 5.3.3 Propustnost vodních pár

Pro zkoušku jsou potřebné čtyři čtvercové vzorky s rozměry 280 x 280 mm od každého druhu materiálu. Měření odolnosti vůči vodním parám je vyhodnoceno pomocí PC a instalovaného softwaru, kde je okrem jiného také výsledkem hodnota Ret, viz Příloha č. 4. V měřicí komoře je rychlost vzduchu konstantní 1 m/s a vlhkost vzduchu je 40%.

Nejlepší hodnoty propustnosti vodních pár (Tab. 7) vykazuje materiál č. 2, kterého hodnota je 2,0927 [m<sup>2</sup>. Pa. W<sup>-1</sup>]. Nejhorší výsledek má materiál č. 3, který ale v rozmezí hodnot, podle tab. 4, lze také zařadit mezi velmi dobrý. Platí, že čím je hodnota Ret menší, tím je propustnost vodí páry u materiálu lepší (Graf 3).

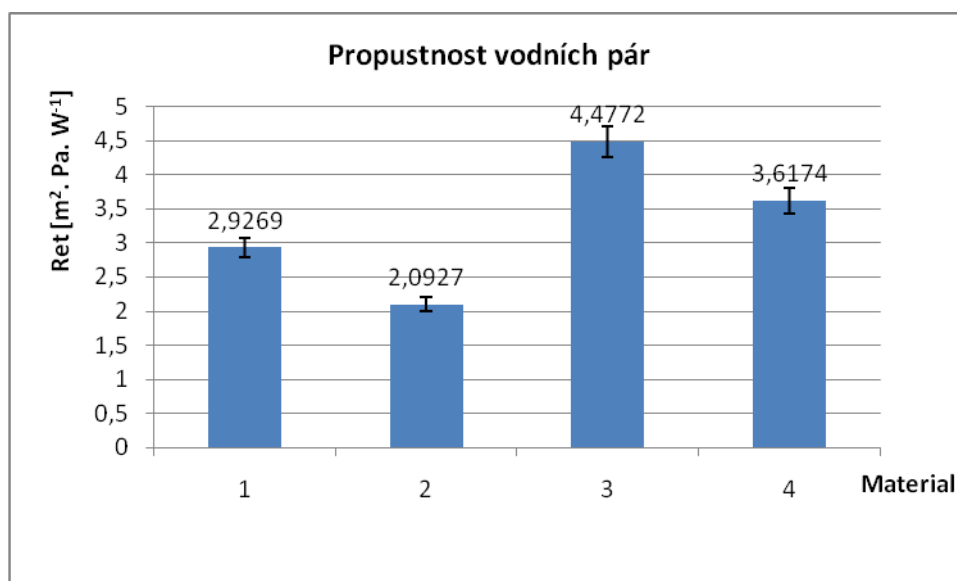
Propustnost vodních pár u materiálů č. 3 a 4, které jsou složené z Gore-texové dvousložkové membrány, je díky své jedinečnosti porovnatelná s klasickým materiálem. Vlivem přehřátí či tepelných ztrát nesmí dle [23] pot zůstat v oděvu,



ale musí se odpařit, proto jsou póry v membráně 700x větší než molekula vodní páry. Protože pára může snadno proniknout membránou, zůstává voják i při námaze v suchu a pohodlí, čemu je přizpůsobeno i konstrukční řešení nepromokavého oděvu a řešení pomocí zónového konceptu.

Tab. 7: Propustnost vodních pár

	Ret [m <sup>2</sup> . Pa. W <sup>-1</sup> ]			
Počet měření	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4
1	2,4524	2,1184	4,7254	3,7744
2	3,0144	1,9994	4,2914	3,6814
3	2,9144	2,0254	4,5634	3,5584
4	3,3264	2,2274	4,3284	3,4554
<b>průměr Ret [m<sup>2</sup>. Pa. W<sup>-1</sup>]</b>	<b>2,9269</b>	<b>2,0927</b>	<b>4,4772</b>	<b>3,6174</b>
<b>s [m<sup>2</sup>. Pa. W<sup>-1</sup>]</b>	<b>0,3617</b>	<b>0,1033</b>	<b>0,2047</b>	<b>0,1396</b>
<b>v[%]</b>	<b>12,4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,6</b>	<b>3,9</b>
<b>95% IS[m<sup>2</sup>. Pa. W<sup>-1</sup>]</b>	<b>(2,36 – 3,5)</b>	<b>(1,93 – 2,25)</b>	<b>(4,15 – 4,81)</b>	<b>(3,4 – 3,84)</b>



Graf 3: Propustnost vodních pár

### 5.3.4 Spray test

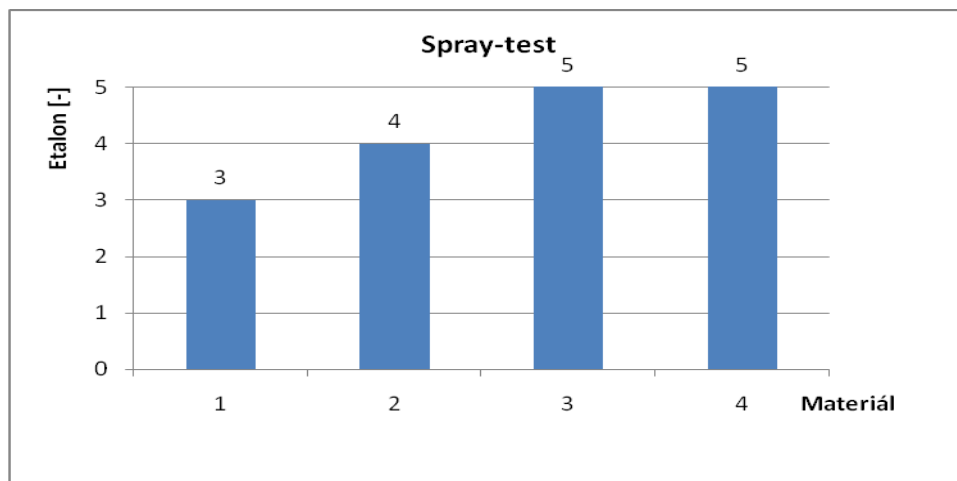
Zjišťování vodoodpudivosti metodou zkrápění je jedním ze způsobu, jak určit, či je daný materiál nepromokavý. K provedení zkoušky bylo použito 5 vzorků od jednoho materiálu čtvercového tvaru s rozměry 180 x 180 mm. Do nálevky se rychle nalije 250 ml destilované vody tak, aby proud byl nepřetržitý, jakmile začne postřikování. Doba trvání toku je přibližně 30 vteřin.

Materiál č. 1 po zkoušce vykazoval znatelné propouštění vody i na rubní straně, kde se objevovali kapky vody. Z lící strany se při porovnání s etalonem zařadil materiál do třetího stupně, který značí smočení zkrápěné plochy pouze v malých oddělených plochách. U materiálu č. 2 bylo také z rubní strany vidět propouštění vody, no kapky byly oproti materiálu č. 1 mnohem menší a bylo jich nepatrné množství. Na lící straně se po porovnání s etalonem zaznamenal stupeň 4, který značí žádné smočení, pouze malé ulpělé kapky na zkrápěné ploše.

Materiál č. 3 a 4 nezaznamenal průnik vody z rubní strany a na lící straně byl jasně znatelný stupeň 5, který vykazuje žádné smočení a žádné kapky ulpělé na zkrápěné ploše. Naměřené výsledky jsou zhodnocené v tab. 8 a v grafu č. 4.

Tab. 8: Spray test

Počet měření	Stupeň smáčení			
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4
1	3	4	5	5
2	3	4	5	5
3	3	4	5	5
4	3	4	5	5
5	3	4	5	5
průměr	3	4	5	5



Graf 4: Stupeň smočení pomocí Spray testu

Z naměřených výsledků lze jasně zhodnotit, že materiál č. 2 vykazuje lepší odolnost proti smočení než materiál č. 1 a tím zaručuje lepší ochranu, i když materiály nejsou opatřeny žádnou nepromokavou úpravou. U materiálu č. 3 a 4 garantuje nepromokavost samotný výrobce textile, což se při laboratorních zkouškách také potvrdilo, protože část membrány z expandovaného PTFE obsahuje dle [23] více než 1,4 miliardy mikroskopických pórů na  $\text{cm}^2$  a tyto póry jsou přibližně 20 000 x menší než kapka vody, takže voda v kapalném skupenství nemůže membránou proniknout.

### 5.3.5 Celkové zhodnocení pomocí tabulky

V tab. 9 jsou zvýrazněné nejlepší výsledky od každého druhu vykonané zkoušky. Při porovnání lze určit, že materiál č. 2 má lepší vlastnosti než materiál č. 1. Protože Gore-texové materiály mají specifické úpravy podle účelu použití, tak mají i rozdílné výsledky u zkoušek.

Tab. 9: Celkové zhodnocení zkoušek

	prodyšnost [mm.s <sup>-1</sup> ]	suchý oděr [ot.]	mokrý oděr [ot.]	hm. úbytek suchý oděr [%]	hm. úbytek mokrý oděr [%]	propustnost vodních pár [m <sup>2</sup> . Pa. W <sup>-1</sup> ]	Spray test [-]
<b>Materiál 1</b>	122	1120	1700	-	-	2,9269	3
<b>Materiál 2</b>	71,75	1400	1800	-	-	2,0927	4
<b>Materiál 3</b>	-	2000	2000	2,8998	3,3966	4,4772	5
<b>Materiál 4</b>	-	2000	2000	4,5486	6,2978	3,6174	5

## 6 Závěr

V bakalářské práci je uveden přehled současného stavu výstroje příslušníků Armády České republiky a Ozbrojených síl Slovenské republiky. V teoretické části práce je důraz kladen na porovnání vojenské výstroje obou států, a to, na charakteristické znaky vojenského stejnokroje, charakteristiku jednotlivých vrstev vojenského oblečení a na porovnání tvarového a konstrukčního členění vybraných druhů oděvů. První část také obsahuje analýzu norem a požadovaných užitných vlastností materiálů používaných v Ozbrojených silách Slovenské republiky.

Experimentální část bakalářské práce se zaměřuje na testování vybraných užitných vlastností u čtyř druhů vojenského materiálu. Jedná se o tkaniny používané pro výrobu stejnokrojů vzor 97, vzor 2007 a pro nepromokavý oděv.

Z naměřených výsledků prodyšnosti lze konstatovat, že materiál č. 3 a 4 ochrání vojáky nejlépe proti větru. Materiál pro polní stejnokroj vzor 2007 odolává větru mnohem lépe než starý materiál vzor 97. Odíráním daných materiálů na rotačním odírači Karl Schröder KG, či už při suchém nebo mokřém oděru, byly zaznamenány stejné výsledky u Gore-texových materiálů a materiál č. 2 vykazoval lepší odolnost než materiál č. 1. Měření odolnosti vůči vodním parám bylo u všech materiálů velmi dobré, což znamená, že při námaze se vojákovi snadno dostává pára od těla směrem ven. Nesmí se ale zapomínat na první vrstvu, která je v přímém kontaktu s pokožkou a od ní závisí veškerý prostup vodní páry. Materiál č. 3 a 4 splnil svůj účel při zkoušce nepromokavosti a dosáhl stupeň 5, žádné smočení a žádné kapky ulpělé na povrchu. První a druhý materiál propouštěl vodu i na rubní stranu, ale nebyl opatřen žádnou nepromokavou úpravou a neslouží pro ochranu před deštěm.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že změnou materiálu ze vzoru 97 na digitalizovaný vzor 2007 se dosáhly lepší výsledky užitných vlastností, které byli zkoušeny. U Gore-textových materiálů se potvrdila jejich účinnost a ochrana před větrem a deštěm. Zavedení nového polního stejnokroje vzoru 2007 přispělo k lepší ochraně vojáků v terénu, než dosud. Schopnost oděvů plnit požadované funkce do dosáhnutí mezního stavu závisí také od dodržení udaných parametrů ošetřování, používání a údržby. Velkou roly na vylepšování výstroje vojáků sehrávají peníze,

které se vyčleňují do výzkumu v této oblasti, a tím i skorého dosáhnutí cíle „supervoják“, který bude maximálně ochráněn před nebezpečstvím.

Dále bych doporučila změřit vliv pracího cyklu na zmíněné vlastností, a jak by byly ovlivněné výsledky měření, protože bakalářská práce se tím nezabývá a pravděpodobně by se výsledky změnily.

## Seznam literatury

- [1] Punčochářová, L.: Hodnocení funkčních vlastností vojenských ochranných oděvů. Diplomová práce. TUL. Liberec 2010
- [2] Armáda České republiky. ACR [online]. [4. 12. 2010]. URL: <<http://www.acr.army.cz/vystroj/stejnokroje-a-pravidla-jejich-noseni-10983/>>.
- [3] Česká technologická platforma pro textil. Strategická výzkumná agenda [online]. [17. 10. 2010]. URL: <<http://www.ctpt.cz/index.php?adr=180&docid=592>>.
- [4] Ministerstvo obrany České republiky. MO [online]. [4. 12. 2010]. URL: <[http://www.army.cz/images/id\\_10001\\_11000/10982/vystroj.pdf/](http://www.army.cz/images/id_10001_11000/10982/vystroj.pdf/)>.
- [5] Ministerstvo obrany Slovenskej republiky. MO SR [online]. [10. 12. 2010]. URL: <<http://www.mosr.sk/data/files/1088.pdf?PHPSESSID>>.
- [6] Vojenský opravárenský podnik Trenčín. VOP Trenčín [online]. [10. 12. 2010]. URL: <<http://www.voptrencin.sk/sk/produkty/prevadzka-liptovsky-mikulas/bojove-odevy.html>>.
- [7] Ringier Axel Springer Slovakia, a.s. Adam.sk [online]. [27. 11. 2010]. URL: <<http://adam.cas.sk/clanky/1978/toto-je-slovensky-supervojak.html>>.
- [8] Občasník 21. zmiešaného mechanizovaného práporu Trebišov. VLK [online]. [27. 11. 2010]. URL: <[http://www.21zmpmr.mil.sk/data/att/9590\\_subor.pdf](http://www.21zmpmr.mil.sk/data/att/9590_subor.pdf)>.
- [9] Ministerstvo obrany Slovenskej republiky. Výnos Ministerstva obrany Slovenskej republiky zo 16. decembra 2009 [online]. [27. 11. 2010]. URL: <<http://www.mosr.sk/data/files/1561.pdf>>.
- [10] Zákon 346/2005 Z.z.: Zákon o štátnej službe profesionálnych vojakov ozbrojených síl Slovenskej republiky [online]. [2. 12. 2010]. URL: <<http://personal.webgarden.cz/zakony>>.
- [11] Veliteľstvo síl výcviku a podpory OS SR: Bulletin č.7. Trenčín 2009

- [12] Ministerstvo obrany Slovenskej republiky: Rozhodnutie o zavedení vojenského materiálu do používania. Bratislava 2010
- [13] Veliteľstvo pozemných síl ozbrojených síl Slovenskej republiky odbor logistiky: Požiadavka na centrálné obstarávanie. Trenčín 2005
- [14] Výskumný ústav chemických vlákien: Záverečný protokol o posúdení typu výrobku. Svit 2009
- [15] ČSN EN ISO 9237 (80 0817): Textilie. Zjišťování prodyšnosti plošných textilií. 1996
- [16] ČSN 80 0816: Textilie. Zkouška odolnosti v oděru na rotačním odírači Karl Schröder KG. 1986
- [17] ČSN EN 31092 (80 0819): Textilie. Zjišťování fyziologických vlastností. Měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou deštičkou). 1996
- [18] Fléglová, Z. Zpracovatelské a užitné vlastnosti materiálů – podklady k cvičením, přístroje- návody [online]. [4. 2. 2011]. URL: <<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/om.html>>.
- [19] ČSN EN 29865 (80 0856): Textilie. Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou deštěm (ISO 9865: 1991). 1995
- [20] ČSN EN 24920 (80 0827): Textilie. Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (skrápěcí metoda). 1994
- [21] ČSN ISO 4915 (80 0111): Textilie. Druhy stehů. Třídění a terminologie. 1994
- [22] ISO 4916 – 1982 (E/F) Textiles – Seam types – Classification and terminology. First edition, 1982
- [23] W. L. Gore & Associates. Gore-tex [online]. [4. 11. 2010]. URL: <<http://www.gore-tex.com/remote/Satellite/protection-and-comfort/index>>.

## Seznam obrázků

Obr. 1: Stejnokroj vzor 95 .....	14
Obr. 2: Letní stejnokroj vzor 95.....	14
Obr. 3: Pláštěnka vzor 85.....	15
Obr. 4: Maskovací oděv ECWCS.....	15
Obr. 5: Charakteristické znaky vojenského stejnokroje AČR .....	15
Obr. 6: Nátělník s dlouhým a krátkým rukávem .....	16
Obr. 7: Spodky zimní termo 2000 .....	16
Obr. 8: Tílko .....	17
Obr. 9: Trenýrky .....	17
Obr. 10: Ponožky 2000 .....	17
Obr. 11: Blůza vzor 95.....	18
Obr. 12: Kalhoty vzor 95 .....	18
Obr. 13: Kabát vzor 95 .....	19
Obr. 14: Pláštěnka 2000 Poncho.....	19
Obr. 15: Maskovací systém ECWCS.....	20
Obr. 16: Digitalizovaný dezén „les“ .....	21
Obr. 17: Digitalizovaný dezén „poušť“ .....	21
Obr. 18: Specifické znaky vojenského stejnokroje OS SR.....	22
Obr. 19: Tílko .....	23
Obr. 20: Termo tričko .....	23
Obr. 21: Spodky .....	23
Obr. 22: Trenýrky .....	23
Obr. 23: Tričko s dlouhým rukávem.....	24
Obr. 24: Ponožky .....	24
Obr. 25: Bunda polní 2007 .....	25
Obr. 26: Kalhoty polní 2007 .....	25
Obr. 27: Bunda zimní.....	26
Obr. 28: Bunda nepromokavého oděvu .....	27
Obr. 29: Kalhoty nepromokavého oděvu.....	27
Obr. 30: Minimalizace objemu .....	27
Obr. 31: Podlepené švy .....	27



Obr. 32: Zónový koncept .....	28
Obr. 33: Nátělník s krátkým rukávem AČR .....	29
Obr. 34: Tričko s krátkým rukávem OS SR.....	29
Obr. 35: Přístroj SDL M021S .....	36
Obr. 36: Rotační odírač Karl Schröder KG .....	37
Obr. 37: Technický nákres rotačního odírače (1- rotační hlavice, 2- přítlační hlavice) .	38
Obr. 38: Závaží .....	40
Obr. 39: Voděodolný materiál .....	40
Obr. 40: Přístroj PSM-2 .....	41
Obr. 41: Vyhřívání měřicí podložka .....	42
Obr. 42: Rámeček na upevnění materiálu .....	42
Obr. 43: Stupeň smáčení .....	44
Obr. 44: Skrápěcí zařízení M 232 .....	44
Obr. 45: Schéma skrápěcího zařízení M 232 .....	44
Obr. 46: Změny odstínu barev po odírání .....	49

## Seznam tabulek

Tab. 1: Charakteristika použitých materiálů .....	34
Tab. 2: Určení hmotnosti závaží z plošné hmotnosti .....	38
Tab. 3: Výměna brusného papíru .....	39
Tab. 4: Prodyšnost materiálů .....	41
Tab. 5: Prodyšnost textilií R .....	46
Tab. 6: Oděr materiálů .....	48
Tab. 7: Propustnost vodních pár .....	51
Tab. 8: Spray test .....	52
Tab. 9: Celkové zhodnocení zkoušek .....	53

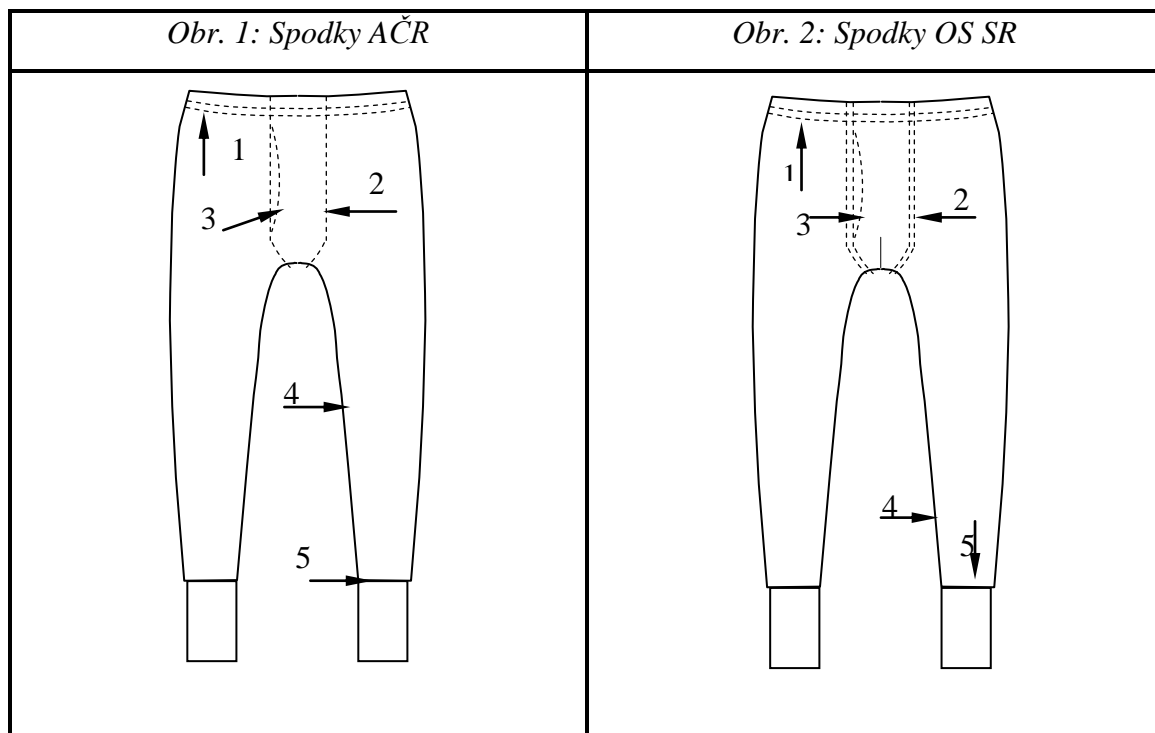
## Seznam grafů

Graf 1: Prodyšnost materiálů .....	47
Graf 2: Porovnání počtu otáček u suchého a mokrého oděru .....	50
Graf 3: Propustnost vodních pár .....	51
Graf 4: Stupeň smočení pomocí Spray testu .....	53

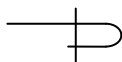
## **PŘÍLOHA**

**Příloha 1: Analýza stehů a švů spodní vrstva**

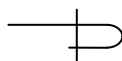
**Pánské spodky**



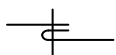
1- 6.02.03/ 406



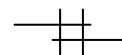
1- 6.02.03/406



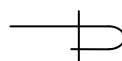
2- 2.02.02/ 504



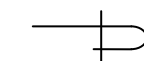
2- 2.01.02/606



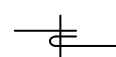
3- 6.02.03/ 406



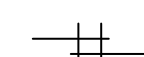
3- 6.02.03/606



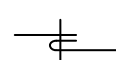
4- 2.02.02/ 504



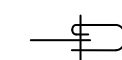
4- 2.01.02/606



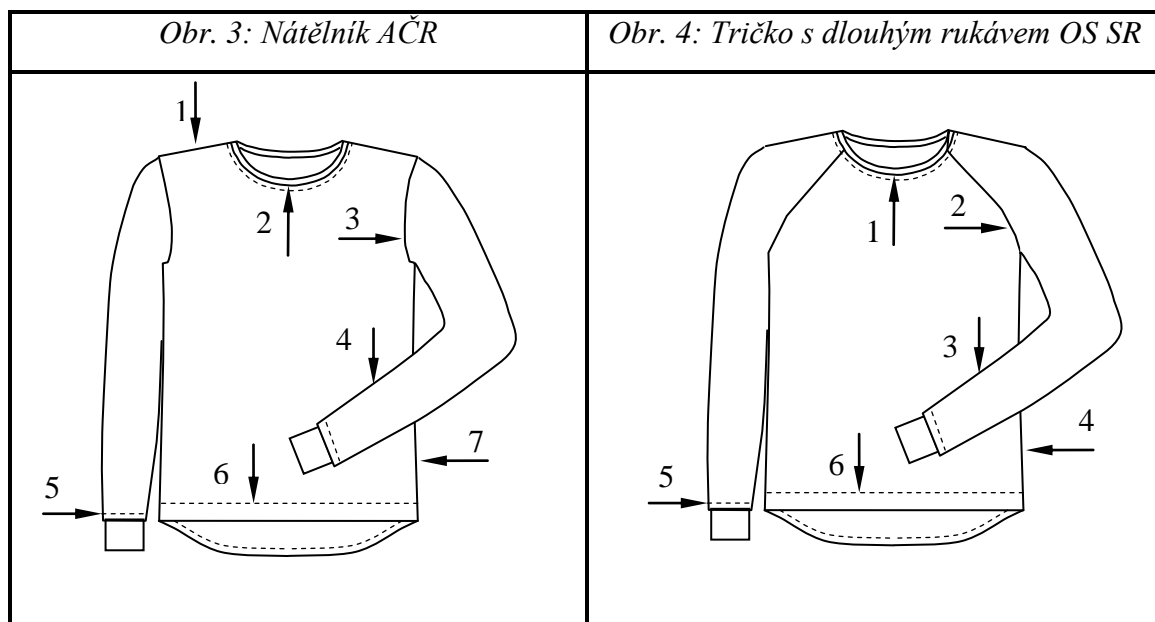
5- 2.02.02/ 504



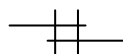
5- 3.03.01/606



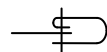
**Pánský nátělník a triko s dlouhým rukávem**



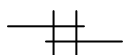
1- 2.02.02/ 606



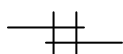
2- 3.03.01/ 606



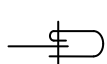
3- 2.02.02/ 606



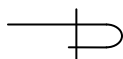
4- 2.02.02/ 606



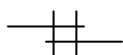
5- 3.03.01/ 606



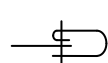
6- 6.02.03/ 606



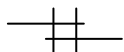
7- 2.02.02/ 606



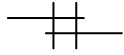
1- 3.03.01/ 406



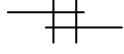
2- 2.01.02/ 606



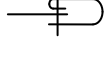
3- 2.01.02/ 606



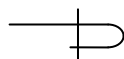
4- 2.01.02/ 606



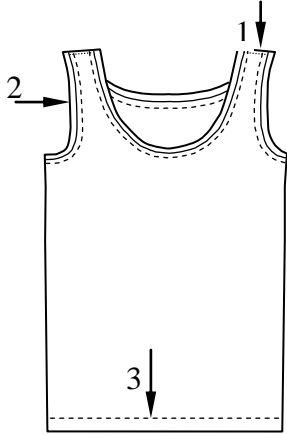
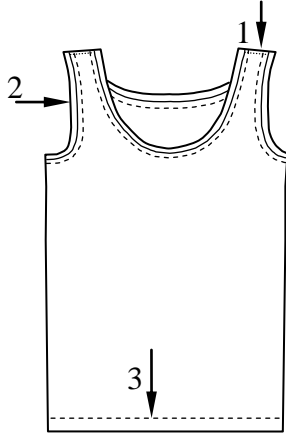
5- 3.03.01/ 606



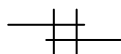
6- 6.02.03/ 406



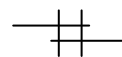
**Pánské tílko**

<i>Obr. 5: Tílko AČR</i>	<i>Obr. 6: Tílko OS SR</i>
	

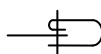
1- 2.01.02/ 606



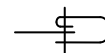
1- 2.01.02/ 606



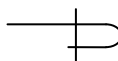
2- 3.03.01/ 406



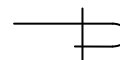
2- 3.03.01/ 406



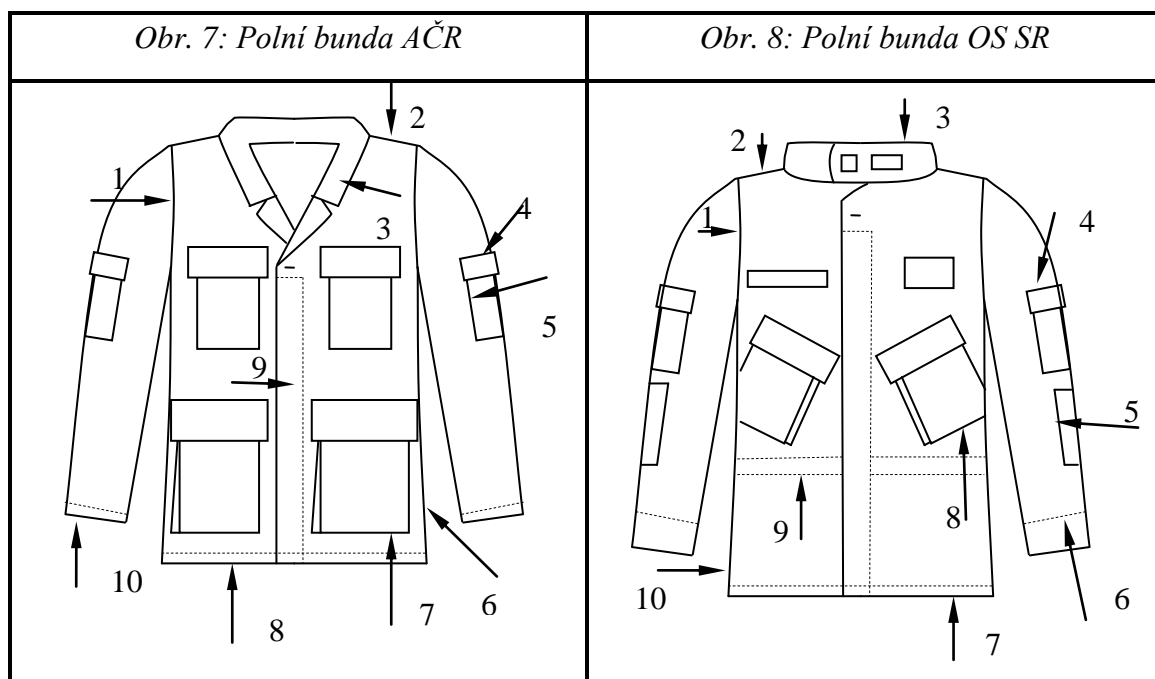
3- 6.02.03/ 406



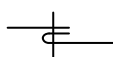
3- 6.02.03/ 406



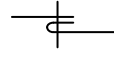
**Polní bunda**



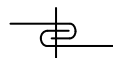
1- 2.02.02/ 301, 504



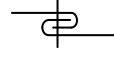
1- 2.02.02/ 301,504



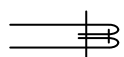
2- 2.04.01/ 301



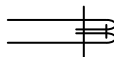
2- 2.04.01/ 301



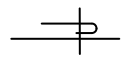
3- 1.06.02/ 301



3- 1.06.02/ 301



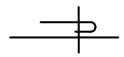
4- 2.02.01/ 301



4- 2.02.01/ 301



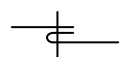
5- 2. 02.01/ 301



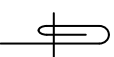
5- 2.02.01/ 301



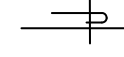
6- 2.02.02/ 301, 504



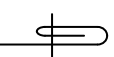
6- 6.03.01/ 301



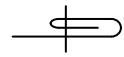
7- 2.02.01/ 301



7- 6.03.01/ 301



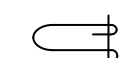
8- 6.03.01/ 301



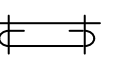
8- 2.02.01/ 301



9- 6.07.01/ 301



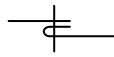
9- 5.06.03/ 301



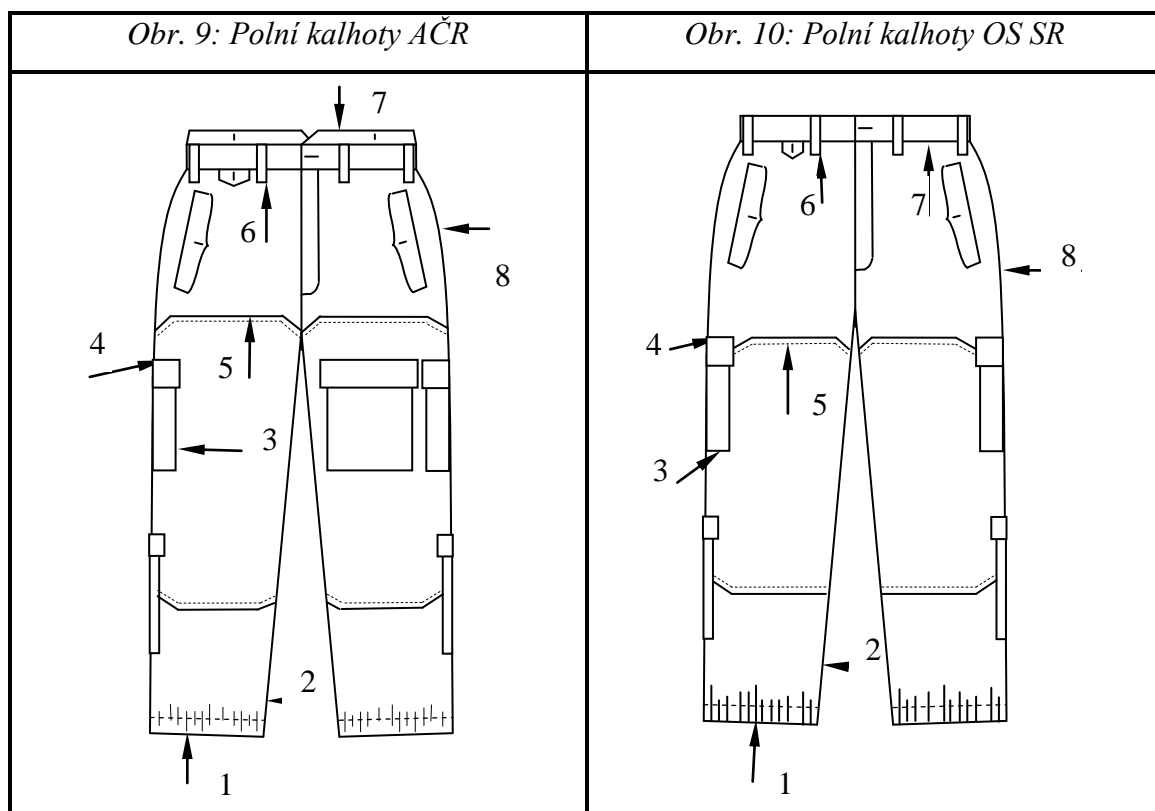
10- 3.03.06/ 301, 504



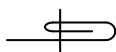
10- 2.02.02/ 301,504



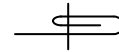
**Polní kalhoty**



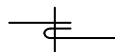
1- 6.03.01/ 301



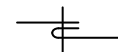
1- 6.03.01/ 301



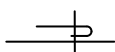
2- 2.02.02/ 301, 504



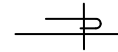
2- 2.02.02/ 301,504



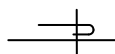
3- 2.02.01/ 301



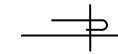
3- 2.02.01/ 301



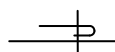
4- 2.02.01/ 301



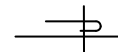
4- 2.02.01/ 301



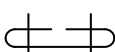
5- 2.02.01/ 301



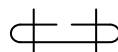
5- 2.02.01/ 301



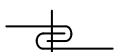
6- 8.02.01/ 406



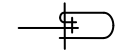
6- 8.02.01/ 406



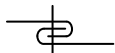
7- 6.02.01/ 301



7- 3.03.06/ 301,504



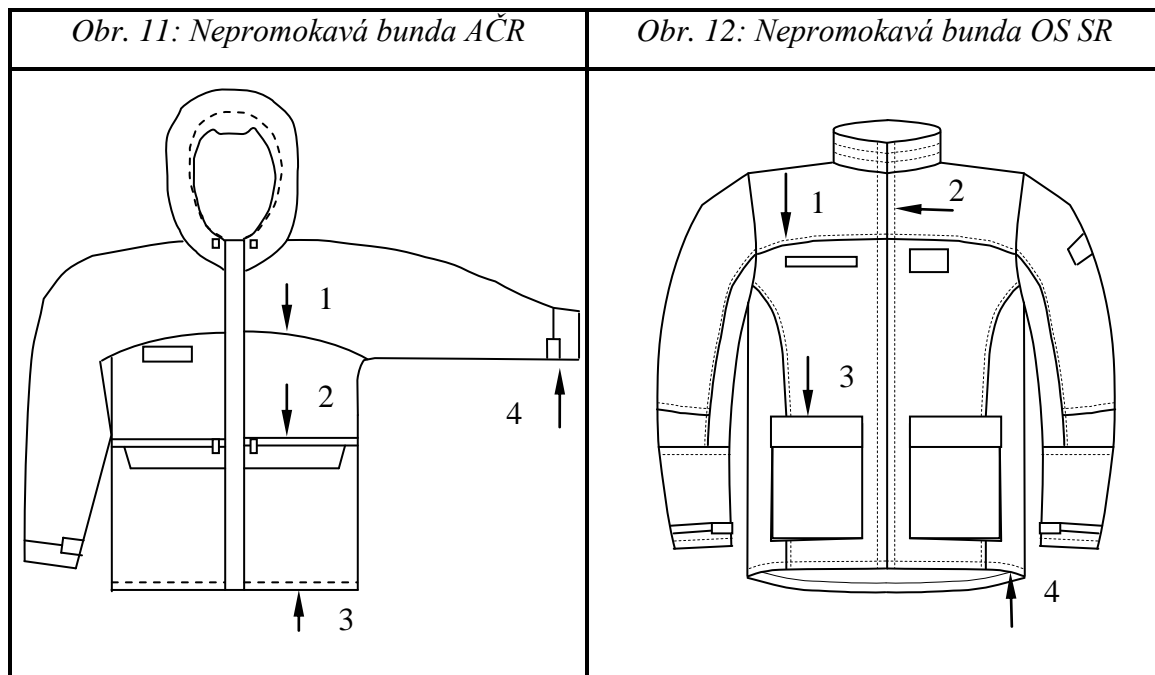
8- 2.04.01/ 301



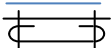
8- 2.04.01/ 301



**Nepromokavá bunda**




1- 2.02.01/ 301 

2- 5.06.01/ 301 

3- 6.03.01/ 301 

4- 6.02.03/ 301 

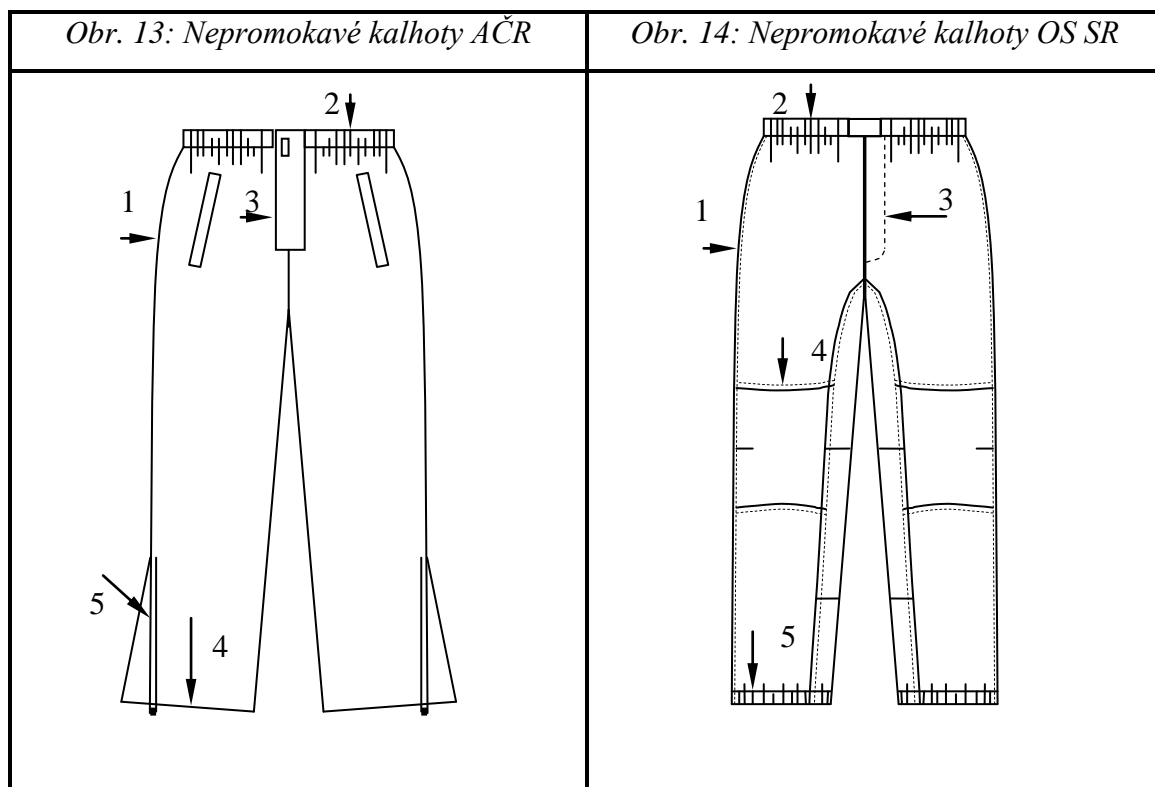
1- 2.02.01/ 301 


2- 4.03.02/ 301 

3- 2.02.07/ 301 

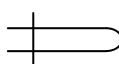


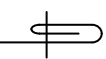
**Nepromokavé kalhoty**




1- 2.02.01/ 301 

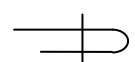
2- 6.02.03/ 301 

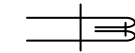
3- 6.05.01/ 301 


4- 6.03.01/ 301 

5- 2.02.01/ 301 

1- 4.03.02/ 301 

2- 6.02.03/ 301 

3- 1.06.02/ 301 

4- 2.02.01/ 301 

5- 6.03.01/ 301 

## Příloha č. 2: Hmotnostní úbytek

Tabulka 1: Hmotnostní úbytek

		U [%]										U [%]		
		počet měření		1		2		3		4			5	
		m1	m2	m1	m2	m1	m2	m1	m2	m1	m2		m1	m2
		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	
Materiál 3	suchý oděr	1,94	1,89	1,96	1,91	1,93	1,88	1,93	1,85	1,94	1,89	2,9		
	mokrý oděr	2,0	1,95	1,93	1,89	1,94	1,85	1,93	1,85	1,96	1,9	3,4		
Materiál 4	suchý oděr	2,02	1,93	2,01	1,93	2,02	1,93	2,03	1,95	2,04	1,93	4,5		
	mokrý oděr	2,03	1,89	2,05	1,95	2,05	1,92	2,05	1,92	2,07	1,92	6,3		

**Příloha č. 3: Změny odstínů barev po odírání u mokrého oděru**



Materiál č. 1



Materiál č. 2



Materiál č. 3



Materiál č. 4

**Obrázek 15: Změna odstínů barev po odírání u mokrého oděru**

**Příloha č. 4: Protokol měření odolnosti vůči vodním parám**

Materiál: <b>Materiál 1</b>	Materiál: <b>Materiál 2</b>
<p>Vzorek: vzorek 1</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 24,84\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 6,869\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 2</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 25,27\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 6,750\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 3</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 35,01\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 25,18\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 6,776\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 4</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 35,01\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 24,45\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 6,978\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>	<p>Vzorek: vzorek 1</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 23,69\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 7,203\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 2</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,98\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 21,97\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 7,765\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 3</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 22,26\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 7,665\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p> <p>Vzorek: vzorek 4</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 21,12\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 8,077\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>

Materiál: <b>Materiál 3</b>	Materiál: <b>Materiál 4</b>
<p>Vzorek: vzorek 1</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 35,01\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 18,01\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 9,476\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>	<p>Vzorek: vzorek 1</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 20,01\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 8,525\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>
<p>Vzorek: vzorek 2</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,98\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 18,87\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 9,042\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>	<p>Vzorek: vzorek 2</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 20,24\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 8,432\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>
<p>Vzorek: vzorek 3</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 35,02\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 18,32\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 9,314\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>	<p>Vzorek: vzorek 3</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,99\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 20,53\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 8,309\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>
<p>Vzorek: vzorek 4</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,95\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 18,79\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 9,079\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>	<p>Vzorek: vzorek 4</p> <p><math>T_m = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_s = 35,00\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>T_a = 34,96\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><math>H = 20,79\text{ W}</math></p> <p><math>Ret = 8,206\text{ m}^2\cdot\text{Pa/W}</math></p>

## Příloha č. 5: Statistické zpracování naměřených dat

aritmetický průměr	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
rozptyl	$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
směrodatná odchylka	$s = \sqrt{s^2}$
variační koeficient	$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 10^2$
95% interval spolehlivosti	$95\% IS = \bar{x} \pm t_{(n-1)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$